



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Efectos de la estabilización con cal viva y ceniza de cañihua en
las propiedades de la subrasante, carretera Caracoto – Suches,
Puno, 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Calderon Lopez, Nelson Ander (orcid.org/0000-0003-3013-1557)

ASESOR:

Dr. Ing. Canta Honores, Jorge Luis (orcid.org/0000-0002-9232-1359)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Apoyo a la reducción de brechas y carencias en la educación en todos sus
niveles

LIMA – PERÚ
2022

DEDICATORIA

De: Calderón López, Nelson Ander

El presente trabajo se dedica a Dios, todo poderoso por haberme permitido llegar hasta este punto, guiar mi camino y convertir en realidad este maravilloso sueño, el de ser profesional. A mi hijo Liam N. Calderón por ser mi motor y motivo, eres mi principal fuente de inspiración para seguir adelante y a mis hermanos.

AGRADECIMIENTO

De: Calderón López, Nelson Ander

Agradeceré a mis Padres Marcelino Calderón y Rosa López. Por su constante apoyo económico y moral, por su sacrificio, dedicación, por ser un ejemplo de perseverancia y tenacidad. Mi inspiración constante para el logro de cada uno de mis objetivos, los amo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	8
III. METODOLOGÍA.....	20
3.1. Tipo y diseño de investigación	20
3.2. Variables y operacionalización.....	20
3.3. Población, muestra y muestreo.....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.5. Procedimientos	25
3.6. Método de análisis de datos.....	30
3.7. Aspectos éticos.....	30
IV. RESULTADOS.....	31
V. DISCUSIÓN.....	58
VI. CONCLUSIONES.....	60
VII. RECOMENDACIONES	61
REFERENCIAS.....	62
ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Índice de plasticidad de la arcilla Norma ASTM.....	13
Tabla 02. Categorías de subrasante.....	19
Tabla 03. Clasificación de vía según norma	23
Tabla 04. Muestreo de materiales para laboratorio.....	23
Tabla 05. Serie de tamices estandarizados	27
Tabla 06. Clasificación de Suelos – Suelo Natural.	32
Tabla 07. Clasificación de Suelos – SN + 5% Cal + 4% CC.	32
Tabla 08. Clasificación de Suelos – SN + 5% Cal + 7% CC.	32
Tabla 09. Clasificación de Suelos – SN + 5% Cal + 10% CC.	33
Tabla 10. Análisis granulométrico de suelo natural.....	33
Tabla 11. Análisis granulométrico - SN + 5% Cal + 4% CC.....	35
Tabla 12. Análisis granulométrico - SN + 5% Cal + 7% CC.....	37
Tabla 13. Análisis granulométrico - SN + 5% Cal + 10% CC.....	39
Tabla 14. Detalle de límite de consistencia de suelo natural.	41
Tabla 15. Detalle de límite de consistencia - SN + 5% Cal + 4% CC.....	42
Tabla 16. Detalle de límite de consistencia - SN + 5% Cal + 7% CC.....	42
Tabla 17. Detalle de límite de consistencia - SN + 5% Cal + 10% CC.....	42
Tabla 18. Detalle de proctor modificado de suelo natural.	43
Tabla 19. Detalle de proctor modificado de SN + 5% Cal + 4% CC.....	43
Tabla 20. Detalle de proctor modificado de SN + 5% Cal + 7% CC.....	44
Tabla 21. Detalle de proctor modificado de SN + 5% Cal + 10% CC.....	44
Tabla 22. Detalle de CBR de suelo natural.....	44
Tabla 23. Detalle de CBR de SN + 5% Cal + 4% CC.	45
Tabla 24. Detalle de CBR de SN + 5% Cal + 7% CC.	45
Tabla 25. Detalle de CBR de SN + 5% Cal + 10% CC.	46
Tabla 26. Resumen de Índice de Plasticidad.....	46
Tabla 27. Resumen de la Máxima Densidad Seca.	47
Tabla 28. Resumen de CBR.	48
Tabla 29. Prueba de normalidad.....	50
Tabla 30. Prueba de homogeneidad de varianzas.....	51
Tabla 31. Prueba de análisis de varianza	51

Tabla 32. Prueba post hoc – Tukey	51
Tabla 33. Prueba de normalidad.....	52
Tabla 34. Prueba de homogeneidad de varianzas.....	53
Tabla 35. Prueba de análisis de varianza	53
Tabla 36. Prueba post hoc – Tukey	54
Tabla 37. Prueba de normalidad.....	55
Tabla 38. Prueba de homogeneidad de varianzas.....	56
Tabla 39. Prueba de análisis de varianza	56
Tabla 40. Prueba post hoc – Tukey	56

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 01. Vía de estudio trocha carrozable de Caracoto a Suches.....	3
Figura 02. Vías deterioradas en el distrito de Caracoto.....	4
Figura 03. Suelos arcillosos en la Trayectoria Caracoto a Suches.....	13
Figura 04. Suelos arenosos en la región Puno.....	14
Figura 05. Subrasante de las vías en el distrito de Caracoto	15
Figura 06. Ubicación de la vía Caracoto a Suches.....	22
Figura 07. Perforación de calicatas y extracción de muestra	26
Figura 08. Mapa de ubicación de la investigación	31
Figura 09. Curva de gradación granulométrica de la muestra de C1.	34
Figura 10. Curva de gradación granulométrica de la muestra de C2.	34
Figura 11. Curva de gradación granulométrica de la muestra de C3.	35
Figura 12. Curva granulométrica de la muestra C1 - SN + 5% Cal + 4% CC.....	36
Figura 13. Curva granulométrica de la muestra C2 - SN + 5% Cal + 4% CC.....	36
Figura 14. Curva granulométrica de la muestra C3 - SN + 5% Cal + 4% CC.....	37
Figura 15. Curva granulométrica de la muestra C1 - SN + 5% Cal + 7% CC.....	38
Figura 16. Curva granulométrica de la muestra C2 - SN + 5% Cal + 7% CC.....	38
Figura 17. Curva granulométrica de la muestra C3 - SN + 5% Cal + 7% CC.....	39
Figura 18. Curva granulométrica de la muestra C1 - SN + 5% Cal + 10% CC....	40
Figura 19. Curva granulométrica de la muestra C2 - SN + 5% Cal + 10% CC....	40
Figura 20. Curva granulométrica de la muestra C3 - SN + 5% Cal + 10% CC....	41
Figura 21. Resumen de Índice de Plasticidad.	47
Figura 22. Resumen de la Máxima Densidad Seca.....	48
Figura 23. Resumen de CBR.....	49

RESUMEN

En la presente investigación tiene la finalidad determinar los efectos que tiene la estabilización del suelo con cal (C) y ceniza de cañihua (CC) en las propiedades de la subrasante carretera, Caracoto – Suches, región Puno, 2022. En su metodología se empleó el tipo de investigación aplicada, de un nivel explicativo, el diseño de investigación es definido cuasi-experimental, del enfoque cuantitativo. Sus resultados demuestran con las dosificaciones de 5%C + 4%CC, 5%C + 7%CC y 5%C + 10%CC, el índice plástico del suelo patrón resultó 17.02% y se redujo en 1.12%, 2.65% y 3.35% según corresponde, la máxima densidad seca del suelo patrón resultó 1.809 gr/cm³ y se incrementó en 0.011, 0.036 y 0.056 gr/cm³ según corresponde y la capacidad de soporte California (CBR) al 95% de la máxima densidad seca del suelo patrón resultó 9.1% y se incrementó en 1%, 2.3% y 3% según corresponda. Se concluye que las propiedades de la subrasante mejoraron moderadamente, en especial en la capacidad de soporte del suelo CBR y se afirma que el uso de cal y ceniza de cañihua incrementan la estabilidad de los suelos arcillosos a medida que se va adicionando mayor porcentaje de dosificación.

Palabras Clave: Capacidad de soporte California, índice plástico, máxima densidad seca, subrasante.

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the effects of soil stabilization with lime (C) and cañihua ash (CC) on the properties of the highway subgrade, Caracoto - Suches, Puno region, 2022. In its methodology, the type of applied research, of an explanatory level, the research design is defined as quasi-experimental, from the quantitative approach. Their results show with the dosages of 5%C + 4%CC, 5%C + 7%CC and 5%C + 10%CC, the plastic index of the standard soil was 17.56% and was reduced by 1.66%, 3.07% and 3.89% as appropriate, the maximum dry density of the standard soil was 1.809 gr/cm³ and increased by 0.011, 0.036 and 0.056 gr/cm³ as appropriate and the bearing capacity (CBR) at 95% of the maximum dry density of the standard soil it was 9.1% and increased by 1%, 2.3% and 3% as appropriate. It is concluded that the properties of the subgrade improved moderately, especially in the support capacity of the CBR soil and it is stated that the use of lime and cañihua ash increase the stability of clay soils as a higher percentage of dosage is added.

Keywords: California bearing capacity, plastic index, maximum dry density, subgrade.

I. INTRODUCCIÓN

Se busca métodos para estabilizar los suelos de las vías no pavimentadas para poder mejorar en la durabilidad, la resistencia y desempeño de las vías, también se pueda regular y economizar los costos y beneficiar a la sociedad. En Colombia el problema mayor a manejar durante las construcciones, consiste en la condición del suelo in situ, donde se deben afianzar su resistencia, durable, manejable y económica. Por tanto, en la mayor parte el suelo no expone las mejores propiedades para su aplicación, esto hace que sea necesaria tener algunos materiales y procedimientos que logren cambios favorables en sus propiedades para así llegar a los parámetros apropiados en su utilización¹. Asimismo, para optimizar los costos se construyeron vías no pavimentadas, donde se realizaron un desmonte en el suelo natural hasta convertir en capa superficial de rodadura; y se sabe que no todos los tipos de suelos pueden ser apropiados para soportar las cargas, lo que genera un incremento en los costos a largo plazo. Debido a que necesitara un mantenimiento continuo que se deberá realizarse para mantener la vía en buenas condiciones para así puedan circular los vehículos sin tener molestias y obstáculos. Por otra parte, se usan materiales de canteras que son cercanos al proyecto que pueden ser o no ser de baja calidad, y es la misma razón que es inconveniente al acceso a la red vial terciaria que están en las zonas aledañas del proyecto. Y se da la necesidad de adquirir un material estabilizador para los suelos inestables, y es la ceniza de carbón. Su proyecto de investigación formó parte de “Procesos de Transferencia e Innovación Tecnológica para la Construcción Sostenible de Vías Terciarias”, se enfocaron en estabilizar los suelos con ceniza que provenía de una industria de fábrica de ladrillos ubicada en Medellín, la ceniza usada se denominó como Ceniza de Carbón “CC”, esta nomenclatura se nombra para no discutir si la ceniza es de volante o de fondo, debido a que ya se encuentran definidas a partir de antecedentes centrales termoeléctricas, la ceniza usada en su estudio pertenece a un subproducto de ladrillos cocidos².

¹ Parra (2018)

² Morales (2015)

En la ciudad de Cuenca fue descubierta que al incorporar cal viva pudo lograr reducir significativamente la humedad del suelo natural, llevando a condiciones húmedas y esta puede ser sometida a un proceso de compactado, se puede definir que los suelos incorporada con cal viva se alcanzó disminuir considerablemente en cuanto a la disminución de humedad del suelo, la reducción fue de 3.12% de la humedad cada vez aumentado la cal, así mismo, para tratar con los suelos agregando la cal viva para aquellas muestras que requieren estar secadas las cuales redujeron el límite líquido, la disminución que es significativa ocurre cuando es añadida un 20% de cal, lo cual hace notar que la reducción del límite líquido fue de 169% reduciendo a un 153.9%. En añadir esta cantidad de cal viva no es una reducción considerable del límite líquido³.

El comercio exterior donde nos indica que la composición de las redes viales en el Perú es representada de 95 863 km y solo el 16% están pavimentados, y de lo que resta el 84% son vías afirmados (no pavimentadas) que tiene una extensión de 80 367 km. De forma general en el Perú existe una diferencia entre la población de las zonas rurales de producción agrícola en el país, estas presentan dificultades en la conexión con lugares potenciales en exportaciones de productos a los mercados internacionales para generar producción y comercialización, es una situación problemática que influye negativamente al factor económico y social asimismo a la inclusión social, existe mucha diferencia en la accesibilidad a los servicios donde va afectando el desarrollo de la población⁴. En la región Junín se desarrolló un estudio en la vía afirmada de la Av. Huarancayo cuadra 6 a 11, donde afirmaron que la vía se encuentra deterioradas y se detectaron como ahuellamiento, asentamientos, baches y ondulaciones en el pavimento. Estas fallas generaron algunas causas en el pavimento, como los materiales de la subrasante es frágil e inestable, en respuesta a las causas se utilizó la ceniza vegetal que son provenientes de los hornos de fabricación de ladrillos artesanales lo cual cuenta como solución para la estabilización de suelos, en la actualidad la ceniza vegetal que es producida en los hornos de fabricación de ladrillos es apartada como desmontar, causando

³ Castillo (2017)

⁴ Guía (2021)

contaminación al ecosistema, donde se determinó que al estabilizar la subrasante con residuos de ceniza vegetal es mucho mejor, considerando las especificaciones de la normativa⁵.

En la región Puno existe diversas vías afirmadas que conforman los pueblos donde son de bajo volumen de tránsito vehicular, van aumentando en las construcciones de nuevas carreteras así para mejorar y seguir un mantenimiento en las vías, y los problemas surgen debido a la baja calidad de materiales el suelo no presentan propiedades apropiados por ende surge la necesidad de usar un método de estabilizar el suelo con agentes químicos o productos naturales, y se viene investigando variedad de métodos y técnicas para dar más capacidad de soporte como para uso de la subrasante. La importancia del cal viva y ceniza de cañihua es abundante su producción en la región Puno, es el motivo por la cual surgió el uso de ceniza de cañihua para mejorar las propiedades de los suelos y conseguir resultados favorables en su aplicación. Es importante destacar que en la región Puno existe una mayor producción de cañihua, así como la quinua que son dos productos similares, la producción de quinua es alrededor de 79.5% en todo el Perú, por tanto, se planteó el uso de cal viva y ceniza de cañihua como un agente estabilizante actuando en dar consistencia en las propiedades de los suelos y que pueda beneficiar en la subrasante de las vías afirmadas⁶.



Figura 01. Vía de estudio trocha carrozable de Caracoto a Suches

Fuente: propio del autor

⁵ Apolinares (2018)

⁶ Guia (2021)

A través de una evaluación de las vías no pavimentadas en la región Puno presentan deterioros y erosiones a causa de efectos nocivos de suelos arcillosos. La vía de Caracoto a Suche es una de las vías no pavimentadas y que se encuentra en un mal estado debido a que existe suelos arcillosas y limos los cuales al ser afectado por la humedad causan el deterioro prematuro de la vía. Existen varias vías donde son conformados de materiales de baja calidad debido a que las construcciones de las vías son costosas, y estas no se encuentran en mantenimiento constante que a falta de una gestión de entidades públicas municipales carecen de control en el mantenimiento, por estas circunstancias el estudio busca una alternativa de respuesta al problema.



Figura 02. Vías deterioradas en el distrito de Caracoto

Fuente: propio del autor

La avenida de las fuertes lluvias torrenciales influye directamente a la inestabilidad de los suelos debido que el suelo reacciona como una pasta plástica y que puede causar el derrumbe de taludes y afectar en el deterioro de las vías en principal la subrasante que es la que soportara las cargas de la estructura del pavimento más las cargas empleadas de los vehículos. También afecta al desarrollo económico y social ya que una vía en buen estado favorece el movimiento económico por medio del comercio local y también crea la conexión de pueblos donde se puede buscar un intercambio social e intercultural. La estabilización en una vía viene a ser una mejor solución para aumentar la vida útil de la vía, existen una variedad de productos estabilizadores para una subrasante en esta investigación tiene la finalidad de incorporar

productos rurales como la cal viva y ceniza de cañihua para mejorar las propiedades en vías no pavimentadas.

Del caso presentado surge el problema general: ¿Qué efectos tiene la estabilización del suelo con la aplicación de cal viva y ceniza de cañihua en las propiedades de la subrasante, carretera Caracoto - Suches, región Puno, 2022?, también los problemas específicos ¿Cuáles son los efectos que tiene la estabilización de la subrasante con cal viva y ceniza de cañihua en límites de consistencia?, ¿Cuáles son los efectos que tiene la estabilización de la subrasante con cal viva y ceniza de cañihua en la densidad máxima seca?, ¿Cuáles son los efectos que tiene la estabilización de la subrasante con cal viva y ceniza de cañihua en el CBR? y ¿Cuál es el óptimo porcentaje de incorporación de cal viva y ceniza de cañihua en las propiedades para estabilizar la subrasante?

El objetivo general presentado fue: determinar los efectos que tiene la estabilización del suelo con cal viva y ceniza de cañihua en las propiedades de la subrasante carretera, Caracoto – Suches, región Puno, 2022. Los objetivos específicos son: determinar los efectos que tiene la estabilización de la subrasante con cal viva y ceniza de cañihua en límites de consistencia, determinar los efectos que tiene la estabilización de la subrasante con cal viva y ceniza de cañihua en la densidad máxima seca, determinar los efectos que tiene la estabilización de la subrasante con cal viva y ceniza de cañihua en el CBR y establecer el óptimo porcentaje de incorporación de cal viva y ceniza de cañihua en las propiedades para estabilizar la subrasante.

La hipótesis general es la estabilización del suelo con la aplicación de cal viva y ceniza de cañihua influye significativamente en las propiedades de la subrasante, Caracoto – Suches, región Puno, 2022, como hipótesis específicas tenemos que la estabilización de la subrasante con la aplicación de cal viva y ceniza de cañihua influye significativamente mejorando en límites de consistencia, la estabilización de la subrasante con la aplicación de cal viva y ceniza de cañihua influye significativamente mejorando en la densidad máxima seca, la estabilización de la subrasante con la aplicación de cal viva y ceniza de cañihua influye significativamente mejorando en el CBR y el óptimo porcentaje

de incorporación de cal viva y ceniza de cañihua en las propiedades para estabilizar la subrasante, es de 7% de ceniza de cañihua y 5% de cal viva.

Con lo planteado se busca mejorar la vía Caracoto a Suches una trocha carrozable para mayor viabilidad en la transitabilidad de vehículos y peatones y ofreciendo mejores respuestas en la resistencia de la subrasante, y es más beneficiará al lugar dando facilidad a muchas actividades cotidianas. También consiste en innovar con el estudio de los suelos del lugar y estas sean de tipo arcilla para evitar la consumación de canteras.

La investigación teóricamente se justifica, porque busca cerrar la brecha de conocimientos respecto a la estabilización la subrasante el deterioro en las vías, para la presente investigación se propone métodos que parten al uso de ceniza, en ese sentido, en base a la sugerencias de Almonacid (2019) en su metodología empleada, en la que adiciona de cal y ceniza de Quinua en los porcentajes de 3%, 5% y 7% y 10%, 15% y 20% respectivamente, tiene el propósito de descubrir nuevos aprendizajes acerca de su desempeño físico y mecánico en una subrasante al incorporar la cal viva y ceniza de cañihua, donde se aplicará fundamentos para estabilizar un suelo de calidad baja añadiendo residuos en las que pueda ayudar en aumentar sus capacidades de resistencia y optimizar la economía y aspectos técnicos para poder elaborar futuros estudios referentes a construcciones de carreteras, demostrando en los resultados de: densidad máxima seca, CBR e Índice de plasticidad⁷. Según Guia (2021) se empleó la metodología adicionando ceniza de quinua en 4%, 6% y 8%, su única finalidad es de alcanzar nuevos conocimientos en el comportamiento de sus propiedades al añadir ceniza de quinua, se aplicó procedimientos de estabilización de los suelos de la subrasante siendo un material puzolánico que se obtiene de una sustancia natural que es la quinua lo cual es similar a la cañihua lo cual actúa directamente en dar una mejora a las propiedades plásticas, resistencia y compactación de suelos arcillosas⁸.

En la justificación metodológica se busca innovar utilizando estrategias nuevas en el proceso y estandarizado para estabilizar los suelos con el propósito de

⁷ Almonacid (2019)

⁸ Guia (2021)

hacer una investigación netamente científica, finalizando el estudio con los resultados obtenidos se podrá saber si son favorables y validos donde dependerá para su uso en proyectos de carreteras en lugar de estudio. En la justificación técnica se busca usar cal viva y ceniza de cañihua en la subrasante para analizar, con el fin de reducir su plasticidad, aumentar su resistencia, compactación y otras propiedades de la subrasante, donde se emplearon las especificaciones del Manual de Carreteras: Suelos, Geología Geotecnia y Pavimentos para la estabilización de la subrasante por medio de la incorporación de productos naturales propias de la región Puno. Socialmente se justifica que en la vía de estudio Caracoto a Suches en la región Puno, no existen materias que fueron estudiadas en relación a la estabilización de suelos con los productos de cal viva y ceniza de cañihua, otorgándole un lugar en este estudio realizada. La población exige el buen estado de las vías rara dar facilidad en la circulación del tránsito vehicular y que beneficie en las labores comerciales y trabajos.

II. MARCO TEÓRICO

Los antecedentes internacionales mencionan que según Ikeagwuani, Promesas & Agunwamba (2019) en su investigación denominado “Estabilización de subrasante de suelo de algodón negro utilizando ceniza de aserrín y cal”, tiene por objetivo de esta investigación se centra en cómo se podría mejorar el suelo de algodón negro y convertirlo en un suelo para subrasante adecuado utilizando aserrín, un material disponible fácil y económicamente. Es el método experimental puesto que el aserrín se quemó hasta cenizas en un horno a una temperatura de 800 °C y luego se mezcló con BCS en proporciones variables de 4%, 8 %,12 %, 16% y 20%. Dado que las mezclas de prueba mostraron que el uso de un 16 % de ceniza de aserrín dio mejores resultados, el BCS incorporando un óptimo contenido de ceniza de aserrín en un 16 % se estabilizó aún más que con 2%, 4%, 6 %, 8% y 10% de cal. La disminución óptima en el límite líquido, el hinchamiento libre diferencial, la plasticidad, así como el aumento óptimo en la capacidad de soporte y la gravedad específica se obtuvieron cuando fue tratado con BCS en un 16% de ceniza de aserrín se estabilizó con 4% de cal. escaneándolas imágenes del suelo estabilizado recién preparado mostraron la aparición de floculación y aglomeración , mientras que las pruebas de difracción de rayos X en los suelos estabilizados curados mostraron la aparición de reacciones puzolánicas . Por lo tanto, se concluyó que el tratamiento de BCS junto al aserrín incinerado en un ambiente apropiado y mezclado con cal mejora su resistencia⁹.

Asimismo, el autor Cañar (2017) en su tesis de pregrado que se denomina “Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinados con cenizas de carbón”, su objetivo investigado fue estabilizar dos tipos de suelos con propiedades diferentes combinando con un agente estabilizador que es la ceniza de carbón y analizar la capacidad de resistencia al corte y soporte de cargas por medio de ensayos realizadas en laboratorio. Su metodología es de tipo exploratorio, descriptiva y explicativo, y el diseño es experimental por que se realizaron ensayos en laboratorio. Le resultaron para las siguientes dosificaciones de 20%, 23% y 25%

⁹ Ikeagwuani, Promesas & Agunwamba (2019)

combinada el suelo más la ceniza de carbón, el CBR promedio aumento en 3%, 1% y 4.6% respectivamente. Su investigación concluyó que es favorable al añadir la ceniza de carbón en los suelos expansivos como los limos y arcillas, y estas forman un cuerpo compacto lo cual incrementa el grado de compactado y es más incremento la resistencia al corte y CBR¹⁰.

Finalmente, Karami et al. (2021) en su artículo denominado “Uso de aditivos secundarios en la estabilización de suelos a base de cenizas volantes para subrasantes blandas”, Los suelos expansivos están muy extendidos en muchas partes del mundo. Debido a su baja resistencia, alta compresibilidad y cambios volumétricos masivos , estos suelos son un origen potencial de daños a carreteras, edificios, cimientos y otras geoinfraestructuras. Se ha realizado una amplia investigación sobre la utilización de cenizas volantes para estabilizar suelos expansivos. El método en este documento describe cómo se puede mejorar la eficiencia de la estabilización del suelo a base de cenizas volantes utilizando aditivos secundarios. Como aditivo base se utilizó ceniza volante de clase F, un subproducto industrial. Como aditivos secundarios se utilizaron cal, cemento CSA , enzimas y polímeros. Una serie de pruebas mecánicas y microscópicas (CBR, prueba de compactación, SEM , XRD , FTIRy TGA) se realizó sobre diferentes combinaciones de aditivos. Los resultados indican que los aditivos secundarios se pueden usar de manera efectiva para mejorar la eficiencia de la estabilización del suelo a base de cenizas volantes. El suelo-cenizas volantes-cal-enzima se identificó como una combinación óptima para mejorar la capacidad de carga, mientras que el suelo-cenizas volantes-cal y el suelo-cenizas volantes-enzima también mostraron mejoras sustanciales en el rendimiento de la subrasante . Los hallazgos de las investigaciones de laboratorio se verificaron aplicando modelos numéricos tridimensionales para evaluar el rendimiento del pavimento, lo que reveló beneficios sustanciales en la reducción del espesor del pavimento cuando los suelos débiles estabilizados con cenizas volantes se tratan con aditivos secundarios¹¹.

¹⁰ Cañar (2017)

¹¹ Karami et al. (2021)

Los antecedentes nacionales mencionan que según Almonacid (2019) en su tesis de pregrado se denomina “Estabilización de subrasante mediante cal y ceniza de quinua en suelos del centro poblado Viñas, Tayacaja, Huancavelica”, su objetivo consistió en evaluar el efecto que ocasionar la cal y ceniza de quinua para estabilizar la subrasante en los suelos. Su método empleado del presente trabajo se definió como analítico-sintético y es aplicado de alcance descriptivo y finalmente su diseño se definió experimental. En su población se consideró la vía ubicada en C.P. Viñas, su muestra se define no aleatoria y se tomó los progresivos km 1+250, 1+500 y 1+750. En sus resultados se demostró que se obtuvo de las calicatas y las combinaciones de la prueba de proctor modificado el su resultado no varía significativamente donde se encuentra dentro del requerimiento de la calidad, para obtener un mejor valor de CBR ocurre cuando la dosificación se acrecienta, para el IP al añadir mayor cantidad de ceniza de quinua o cal se incrementa hasta el 11%, cabe destacar que se pudo mejorar el CBR en el suelo resultando mayor a 6%. Concluyó que al adicionar cal y más ceniza de quinua en la subrasante aumentaron su densidad máxima seca, de la misma forma para CBR, cuando la dosificación sea mayor la capacidad soporte aumenta todas las muestras por encima de 6%, su IP le resulta cuando se adiciona mayor cantidad de ceniza de quinua y cal se incrementa el 11%¹².

Asimismo, los autores Angulo & Zavaleta (2020) en su investigación de pregrado se denomina “Estabilización de suelos arcillosos con cal para el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas como capa de rodadura en la prolongación Navarro Cauper, distrito San Juan-Maynas-Iquitos, 2019”, su objetivo consiste en analizar su desempeño en las propiedades físico mecánico de diversas tipologías de los suelos al ser estabilizadas con cal viva y cal hidratada. En su Metodología se empleó la deductiva, orientada al tipo aplicada, de enfoque cuantitativo, con nivel descriptiva. Se dosificó en 2.0%, 4.0% y 6.0% de cal viva y cal hidratada en diversos de tipos suelos, siendo de la calicata 1 de plasticidad y expansión alta, la calicata 2 es plasticidad y expansión baja, se obtuvo su resultado la aplicación de cal viva eleva su resistencia, tiene control sobre comportamiento expansivo, disminuye rápidamente su plasticidad y

¹² Almonacid (2019)

densidad. Por otra parte, con respecto a la cal hidratada resulto ser de baja resistencia, y es lo mismo para la expansión, densidad y plasticidad. En conclusión, en el suelo arcilloso, las que presentan expansión y alto en plasticidad la cal viva se puede usar para estabilizar el suelo, en vías que no son de asfalto¹³.

Finalmente, el autor Guia (2021) en su tesis de pregrado se denomina “Mejoramiento de Subrasante mediante la adición de ceniza de quinua en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno, 2021”, su objetivo fue analizar la influencia a la añadir ceniza de quinua en sus propiedades de la subrasante para la vía PE-38B, donde se añade 4%, 6% y 8% para mejorar sus propiedades del suelo arcillosa lo cual afecta la resistencia, compactación y plasticidad. Su estudio su método usado es el estudio cuasiexperimental, el tipo definido como aplicado, su alcance de nivel explicativo de enfoque cuantitativo. En sus resultados se obtuvo el CBR la cuales son de 16.4 % concerniente al suelo patrón y se incrementa en 4.80%, 17.0% y 35.30% de la dosificación de 4%, 6% y 8% a lo que corresponde, en la compactación le resulto mucho mejor para la densidad máxima seca, en caso del IP resulto que se mantiene de plasticidad media para suelo arcillosas en relación de la dosificación dado. Por estas razones, se concluyó que en este estudio al añadir quinua en ceniza mejoró las propiedades de una subrasante de la vía PE-38B, establecido del valor más adecuado del CBR, llegando a obtener la calificación excelente de la subrasante S5 como estableció MTC¹⁴.

Los antecedentes locales mencionan que según Huancoillo (2017) en su tesis de pregrado se denomina “Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané –Chupa –Puno”, su objetivo es analizar las propiedades mecánicas del suelo estabilizado con cal y ceniza volante. Emplea la metodología en esta investigación, donde se analizaron los parámetros físico-mecánico y presupuesto de aplicación que genera la combinación de cenizas volante de carbón y cal un suelo cohesivo, la base de la vía no pavimentada estará

¹³ Angulo & Zavaleta (2020)

¹⁴ Guia (2021)

conformada por dicho material, aumentando su resistencia y mejorando la estabilidad volumétrica. Como resultado comprobamos que el suelo cohesivo al ser adicionado cal y ceniza volante en diferentes proporciones genera un comportamiento mejorado del suelo, para que esta pueda ser usado para conformar un afirmado. De esta forma cumplir con lo especificado en el manual de carreteras (EG-2013). La investigación concluyó que hay viabilidades técnicas y económicas para la conformación de un pavimento incorporando cenizas volantes de carbón como un agente estabilizante en suelos¹⁵.

Asimismo Gonzales (2018) en su tesis de pregrado se denomina “Análisis experimental de suelos estabilizados con ceniza volante, cemento y cal para subrasante mejorada de pavimentos en la ciudad de Puno”, su objetivo fue evaluar el comportamiento al aplicar cal, cemento y ceniza volante en un suelo para su estabilización y empleo como material de sub rasante. El método empleado en consiste en elaborar un proceso alternativo para estabilizar un suelo con material de cantera en el Km 06+000 en la zona “Mi Perú” mezclado con los agentes estabilizantes de cal, cemento y ceniza volante, de esta manera ser utilizado como material adecuado para colocar en la sub rasante. El material extraído se llevó al laboratorio donde fue sometida a diferentes pruebas incorporando en el mismo los agentes estabilizadores mencionados. En sus resultados se determinó que al combinar los agentes estabilizadores en adecuadas proporciones mejoró las propiedades y su resistencia de un 46.10% a un 97.20% con la dosificación óptima de 1%cal + 3%cemento + 26%ceniza volante¹⁶.

Las teorías relacionadas a la investigación se conceptualizan que los suelos arcillosos son conocidos como depósito mineral o sedimento compuesto de las partículas más diminutas y estas conforman de tamaños inferiores a 0,002mm, su composición es a base de aluminios hidratados y silicatos. Su caracterización se destaca por su plasticidad cuando estas se mezclan con el agua y durabilidad expuesta al calor mayor a 800°C. también son provenientes de la

¹⁵ Huancoillo (2017)

¹⁶ Gonzales (2018)

transformación físico químico, a causa de la acción principalmente del agua¹⁷, las arcillas no son material apropiado para una subrasante.



Figura 03. Suelos arcillosos en la Trayectoria Caracoto a Suches

Fuente: propio del autor

Tabla 01. Índice de plasticidad de la arcilla Norma ASTM

Características	Índice de plasticidad
Suelos muy cohesivos	IP > 20
Suelos cohesivos	20 > IP > 10
Suelos poco cohesivos	10 > IP > 4
Suelos no cohesivos	IP = 0

Fuente: Manual de carreteras de suelos y pavimentos MTC, (2014)

Los suelos arenosos son conocidos como materiales de grano fino provenientes de la desintegración de las partículas finas de rocas causada por agentes erosivos o de trituración artificial. sus medidas de las arenas varían entre 0,05 mm y 2 mm de diámetro. Cuando la arena se encuentra libre de arcilla, tiene algunas características como no contraerse al secarse, no es plástica, mucho menos compresible, y al aplicar una masa superficial, se compacta de forma inmediata¹⁸.

¹⁷ Zapata (2018)

¹⁸ Culma & Rojas (2018)



Figura 04. Suelos arenosos en la región Puno

Fuente: propio del autor

La cal viva es usada en especial para la estabilización del suelo expansivo, pero no es efectiva para estabilizar los suelos granulares, por otra parte, ha demostrado un buen desempeño en suelos arcillosos, lo cual es claro en aumentar su resistencia, reducir la permeabilidad y la deformación”. También la cal viva puede modificar los valores de límites de Atterberg en los suelos su plasticidad aumenta cuando se mezcla con cal, reduciendo el índice plástico y mejorando el desempeño del suelo¹⁹.

La ceniza de cañihua se encuentran en las regiones altoandinas, para convertirlo en ceniza la planta debe encontrarse seco donde pasa un proceso de fundición en fuego y hasta quedar en cenizas lo cual se vuelve en partículas muy finas, es conocida más uno de los cultivos de mucha ramificación en sus raíces y estas están más cercanos al suelo y se requiere un proceso para volverlo en un material puzolánico o ceniza²⁰.

Se define a la subrasante como la capa que recibe la carga estructural de un pavimento, también podría ser el suelo natural para colocar cimientos o una superficie plana de una vía, su única función de la subrasante es sostener las cargas ocasionadas por el volumen vehicular, para determinar el espesor del pavimento es necesario comprender las propiedades y su composición de la subrasante. Por otra parte, la subrasante debe tener resistencia a las cargas

¹⁹ Pérez & Torres (2015)

²⁰ Torres (2019)

empleadas en el transcurso de la construcción, proporcionar una adecuada compactación en las capas que conforma un pavimento, debe estar diseñada a tener resistencia a cargas continuas en el periodo de la vida útil²¹.



Figura 05. Subrasante de las vías en el distrito de Caracoto

Fuente: propio del autor

En el proceso constructivo de pavimentación de una vía una subrasante debe satisfacer las siguientes características como requerimiento mínimo: el mínimo espesor de capa deberá ser de 30cm, el grado de compactación deberá alcanzar el 95%, el soporte relativo deberá ser como mínimo 15% y no superar la expansión máxima de 5%, son las condiciones dadas para una subrasante posteriormente se realiza la capa de la sub base²².

La estabilización de suelos consiste en mejorar las propiedades de los suelos a base de emplear agentes estabilizantes con el fin de tener mejor estabilidad, trabajabilidad y resistencia entre otras características. El suelo también puede mejorar sus propiedades por procesos mecánicos donde se puede llegar incorporar productos naturales, químicos y sintético, las estabilizaciones se les trata a los suelos que presentan inestabilidad o son muy pobres en sus propiedades para una subrasante. En cambio, al estabilizar la sub base o bases granulares para que puedan tener mejor calidad es denominada como sub base o bases tratadas con productos como cal, cemento o asfalto²³.

²¹Rondón & Reyes (2015)

²²Beltrán & Copado (2011)

²³ MTC (2014)

La estabilidad volumétrica se les dirige para aquellos suelos que presentan expansión y son problemáticos por su cambio de estado con la humedad o variación de las estaciones, para que no ocurra cambios volumétricos la alternativa que contrarresta es la estabilización, donde se toma en cuenta utilización distintas de capas permeables, las cargas e incorporación de agua, su fin será de formar una capa rígido. Estos problemas que son de estabilidades volumétricas surgen más en la expansibilidad y contracción de diversos suelos, que se relacionan con los cambios de la humedad estas pueden actuar rápidamente donde se nota en desprendimiento de la pavimentación, si estos suelos son expansivos lo cual dependerá de la variación de estaciones²⁴.

La resistencia de un suelo arcilloso al punto de secarse, llegan a mayores resistencias siendo incluso el estado de resistencia mucho mayor, esta ocurre cuando son expuestas a la temperatura elevada y sucede cuando se fabrican ladrillos y tabiques. Se considera cuando hay reducción de humedad y provoca que la resistencia baje, también existen casos donde ocurrieron deslizamiento a causa de la existencia de suelos arcillosos cuando estas se secan y comienzan a agrietarse causando juntamente al comportarse como material friccionante también de resistencias bajas y se puede conocer como los suelos cohesivos en exceso de humedecimiento. Por una acción erosivo de los vehículos pueden causar que el suelo cohesivo se convierta en polvo lo cual transformaría y que el suelo mejore²⁵.

La permeabilidad según los autores Loyola, Rivas & Gacitúa (2014) hace mención de estudios realizadas anteriormente de la permeabilidad cuando se aplicó a mediados del siglo XIX, por el ing. De hidráulica Henry Darcy quien analizó la circulación del agua por los poros de una masa. Se puede definir que la permeabilidad cumple su función en los espacios porosos del suelo donde son interrumpidas por la existencia de capas impermeables de suelo, como cambio de texturas, sustancias orgánicas, y actividades microbiológicas, es la razón por la que no hay una relación de poros y suelos permeables, existen muchas formas de obtener la permeabilidad en los suelos como horizontal y

²⁴ León (2016)

²⁵ Montejo (2002)

vertical, llamados algunos directos porque miden el coeficiente y es el permeámetro de cargas constantes, también de cargas variables y existen pruebas directos en los suelos²⁶.

La durabilidad es conocida como soporte del suelo lo cual está expuesta a diversos factores como la erosión, intemperie que puede significar al suelo que está cerca a la carpeta de rodamiento, esto puede afectar directamente al suelo natural y también al suelo que se encuentra estabilizada. En las propiedades físico mecánicas por como permeabilidad, compresibilidad, estabilidad volumétrica, resistencia y durabilidad, lo que es muy importante considerar para la ingeniería, porque todas las estructuras están puestas en una superficie y que está sujeta al suelo. Es más, el suelo no solo soporta las cargas estructurales también puede ser transformado en materiales muy útiles en la ingeniería para las construcciones de las estructuras civiles²⁷.

La estabilidad mecánica surgió EE.UU. desde el siglo XX, cuando se realizó los primeros estudios del suelo de los investigadores Hogentogler, Terzaghi y Casagrande en la estabilización mecánica. En la estabilización mecánica se comprende en realizar compactación del suelo o reemplazando por un material granular y homogénea sobre una superficie sea una subrasante de una vía, de esta forma pueda ser mejorado mecánicamente al suelo sin adicionar ningún componente químico²⁸.

La estabilidad física consiste en mejorar el suelo a base de combinaciones de suelos para obtener una masa duradera que debe ser compactado, un suelo granular debe ser combinado con suelos de distintas características como incluir más finos para proporcionar mayor cohesión con el de sujetar sus partículas o inmovilizar, para las arcillas se debe agregar más partículas friccionantes y donde se puede aprovechar la fricción que existe de un suelo y la cohesión, otra forma es sustituir las arcillas o colocar geosintéticos los cuales pueden tener un buen desempeño en la estabilización²⁹.

²⁶ Loyola, Rivas & Gacitúa (2014)

²⁷ Rivera et al. (2020)

²⁸ Serrano & Padilla (2019)

²⁹ Angulo & Zavaleta (2020)

La estabilidad química consiste en emplear productos químicos que son estudiadas con la finalidad de originar una reacción con algún tipo de mineral que contiene el suelo a combinar. Al estabilizar con agentes químicos que causan alteraciones en las propiedades del suelo tratado producirá una incrementación convirtiéndose como asfalto bituminoso, limo y cemento y se estabiliza con geosintéticos y geotextiles³⁰. Algunas estabilizaciones en especial con cal por sus estudios son recomendadas en especial para estructuras ferrocarriles, viales, aeropuertos y edificaciones, la ventaja que proporciona es optimizando el tiempo de ejecución y costos reducidos³¹.

Puzolánico se refiere a los materiales sustancialmente silicosos que finamente dividido no se tiene propiedades hidráulicas, estas contienen como el alúmina y silicio, pueden estar en temperaturas ordinarias, se puede notar el hidróxido de cal para proporcionar algún compuesto estable con las propiedades hidráulicos, ayudando a la estabilización de los suelos expansivos³².

La granulometría (ASTM D-422, MTC E107) son las distribuciones de las partículas de material extraído de una calicata utilizando una serie de tamices estandarizados. Es la razón que se tiene la necesidad de realizar un análisis con tamices para conocer la granulometría y posteriormente pasar una evaluación de porosidad considerando el contenido de aire de cada partícula o masa lo cual influirá en la densidad de un suelo, en cuanto a un suelo permeable depende a las dimensiones de huecos³³.

El límite plástico (ASTM D-4318, MTC E111) es la humedad que contiene que se representa en el porcentaje del suelo en condiciones secas, el suelo puede convertirse en plástico a un suelo semisólido y posterior a suelo sólido, este último es considerada de baja humedad³⁴. "Lo cual consiste rodar con las manos los cilindros de material hasta que esta se desmorone. El PL que se alcanza depende de la pericia, experiencia y criterio del operador"³⁵.

³⁰ Raj (2005)

³¹ Nuñez (2011)

³² Apolinarez (2018)

³³ Alcivar (2020)

³⁴ Morales (2015)

³⁵ Moreno & Alonzo (2016)

El proctor modificado (ASTM D-1557, MTC – E115) se desarrolla conforme al uso de nuevos rodillos pesados y a su uso en la compactación de campo, por lo que la prueba de Proctor Estándar fue modificada para representar mejor las condiciones de campo, en el suelo compactado logra una disminuir los espacios vacíos del suelo contenido del aire (MORALES, 2015). La finalidad de la prueba es obtener la máxima densidad seca y su humedad óptimo del suelo que se probará a una energía de compactado de 2 700 kN-m/m³, en un molde de 6” o 4” con un pistón de 10lbf, de una distancia vertical de caída de 18 pulg. Según el manual de MTC³⁶.

El ensayo California Bearing Ratio (ASTM D-1883, MTC – E132) es una prueba que es usada para obtener la resistencia a la carga estructural subrasante, subbase y base de los suelos por medio del índice resistente que es el valor fundamental para soportar cargas, y para conocer este valor se debe obtener la óptima humedad y la densidad máxima seca. En general el estado que favorece es cuando el suelo esté saturado en el agua y es por lo cual la muestra de suelo debe permanecer sumergido en el agua por 4 días, colocado en el molde de proctor simulando las cargas el de un pavimento³⁷.

Tabla 02. *Categorías de subrasante*

Categorías de subrasante		
Tipo	CBR	Categorías
S-0	CBR < 3%	subrasante muy pobre
S-1	CBR = 3% - 5%	subrasante pobre
S-2	CBR = 6% - 10%	subrasante regular
S-3	CBR = 11% - 19%	subrasante buena
S-4	CBR > 20%	subrasante muy buena

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos y Pavimentos MTC, (2014)

³⁶ Moale & Rivera (2019)

³⁷ Moale & Rivera (2019)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación. El tipo de investigación fue aplicado, porque se trató de solucionar problemas, donde era necesario el uso del MTC para determinar los parámetros de estabilización para una subrasante. Según Rojas (2015) “La hipótesis del estudio pretende encontrar una relación existente entre variables³⁸. En esta investigación la estabilización con cal y ceniza de cañihua propiedades de la subrasante, es un estudio en donde mostraremos la relación causa efecto.

3.1.2 Diseño de investigación. El trabajo corresponde a un diseño cuasi-experimental, ya que se manipularon las variables independientes para conocer su efecto en la dependiente. Según Fernández et al. (2014) indica que “el diseño cuasi-experimental es un proceso para poder estudiar la incidencia de los diferentes tipos de tratamiento y procesos en diferentes situaciones donde los especímenes de observación no han sido adecuados a un criterio aleatorio” ³⁹. Además, el nivel de investigación se definió de nivel explicativo por que se determinaron mediante resultados mejorar la subrasante con la adición de cal viva y ceniza de cañihua. Según Ramos (2020) el nivel puede tener diferentes alcances, un alcance explicativo va más profundo de un estudio de conceptos o fenómenos, esta busca una explicación del por qué sucede un fenómeno que se está investigando ⁴⁰. Por último, el enfoque de investigación se definió de enfoque cuantitativo por que se trabajará con mediciones numéricas. Se define el enfoque de investigación según Torres (2016) “en el enfoque cuantitativo utilizan la recopilación y análisis de datos para responder al problema y comprobar la hipótesis, se tiene confianza en las mediciones numéricas dando uso estadístico las cuales se establecerán con exactitud los patrones de una población y sus comportamientos⁴¹.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variable independiente, se estableció que es la estabilización con cal y ceniza de cañihua.

Definición Conceptual: La cal viva es usado como agente estabilizante, lo cual trabaja como compuesto químico para contrarrestar la humedad. Y por otro lado la ceniza de cañihua es un material cementante o puzolánico y tiene la capacidad de disminuir la humedad, el material está conformado de hojas y tallo de cañihua.

Definición Operacional: La cal y la ceniza de cañihua actúan como estabilizante principalmente en reducir la humedad y aumentar en las propiedades mecánicas como máxima densidad seca y obtener una capacidad de soporte (CBR) adecuada lo cual unificará los suelos arcillosos y limos estabilizando.

3.2.2. Variable dependiente, se estableció que son las propiedades de subrasante.

Definición Conceptual: la subrasante es conocida como la base superficial donde resiste la estructura del pavimento, lo principal que se considera son las propiedades físico - mecánicas de un suelo natural o incorporado con productos químicos.

Definición Operacional: desarrollando la variable dependiente se incorpora agentes estabilizantes para mejorar sus propiedades, será estabilizado y se medirán por medio de ensayos de laboratorio en contenido húmedo, granulometría, límites de consistencia, máxima densidad seca, contenido óptimo de humedad y el CBR.

³⁸ Rojas (2015)

³⁹ Fernández et al. (2014)

⁴⁰ Ramos (2020)

⁴¹ Torres (2016)

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población. En la presente investigación se consideró la población la vía a nivel de trochas carrozables desde Caracoto 0+000 a Suches 5+900 ubicada en el distrito de Caracoto. Según Ventura (2017) son un conjunto de individuos con diferentes características que pretendemos estudiar. Por tal razón existe un carácter inductivo (de lo particular a lo general) entre la población y la muestra⁴².

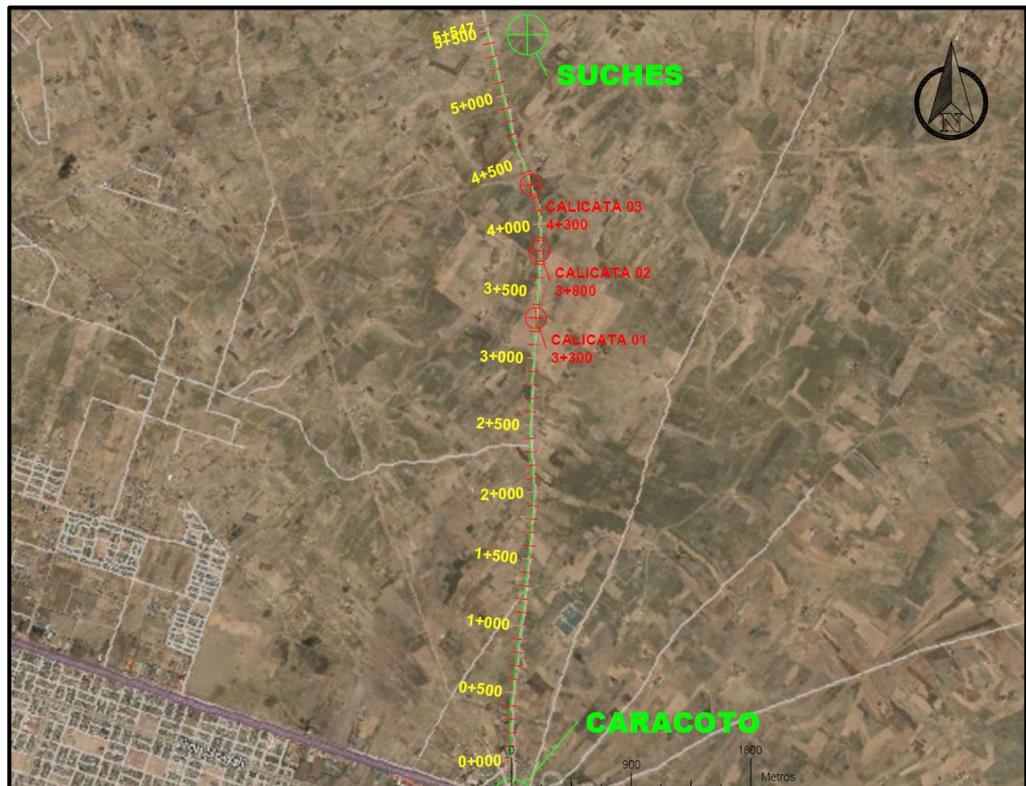


Figura 06. Ubicación de la vía Caracoto a Suches

Fuente: Google Earth.

⁴² Ventura (2017)

3.3.2. Muestra. En esta investigación se consideró la muestra, donde se realizó tres calicatas a cielo abierto con profundidades de 1.50 metros en representación de la vía Caracoto a Suches, para las pruebas en laboratorio se toma 100 kg de muestra alterada de cada calicata como mínimo, lo cual satisface para lograr los objetivos planteados en la investigación. Según Arias, Villasís y Miranda (2016) definen que es muy importante determinar la unidad de muestra o participantes que será útil para alcanzar los objetivos de la investigación. Esta cantidad se conoce como la muestra el cual depende de procesos estadísticos para calcularlos⁴³.

Tabla 03. *Clasificación de vía según norma*

Tipo de vía	Tráfico vehicular	Nº de calicatas mínimo	Estudio
Trocha carrozable	IMDA < 200 veh/día	1 calicata x 1 km	3 km

Fuente: MTC Manual de Carreteras, (2014)

Tabla 04. *Muestreo de materiales para laboratorio*

Ensayos	Cantidad de muestra	Requerimiento en laboratorio
Contenido de Humedad	5 kg	3 taras
Límites de consistencia	15 kg	6 taras
Máxima densidad seca	40 kg	3 moldes de proctor
CBR	40 kg	3 moldes de proctor

Fuente: propio del autor

⁴³ Arias, Villasís y Miranda (2016)

3.3.3. Muestreo. Para la siguiente investigación consideramos el muestreo no probabilístico, donde no tiene intención de regimientos reglamentarias por que se tomaron muestras por medio de calicatas y que el investigador lo realiza de manera al azar y a convención en toda la trayectoria de la vía en estudio y los puntos más críticos según el investigador lo vea conveniente. Según, Carrasco (2007) lo clasifica en dos y son el muestreo probabilístico y el muestreo no probabilístico, lo probabilístico es aquel muestreo que sigue las reglas y fundamentos estadísticos y el no probabilístico es la que esta no está aferrada a las reglas estadísticas lo cual depende del investigador⁴⁴.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas de recolección de datos. Para la presente tesis se usarán las siguientes técnicas:

- Recolección de datos preliminares
- Adquisición del material de aplicación
- Realizar calicatas
- Extracción de la muestra
- Ensayos en laboratorios
- Análisis e interpretación de los resultados

Según Pulido (2015) la técnica que se usa en estudios científicos da conocer los procesos y uso de métodos, también se entiende por los procesos de ejecución que se debe seguir para cumplir cada parte en la investigación⁴⁵.

3.4.2 Instrumentos. Se utilizarán los siguientes instrumentos y deberán estar validados y brindar una confiabilidad alta, para la presente investigación se tiene los instrumentos dados:

- ✓ Formatos de registro de datos
- ✓ Obtención del material a incorporar, cotización

⁴⁴ Carrasco (2007)

⁴⁵ Pulido (2015)

- ✓ Herramientas necesarias para la exploración de las calicatas
- ✓ Formatos de campo
- ✓ Equipos y herramientas de laboratorio
- ✓ Tamices
- ✓ Software para análisis e interpretación del resultado.

Según los autores Bracho, Fernández & Díaz (2015) son los que afirman la línea para observar, fichas de obtención de datos, registros del investigador y equipos que facilitan el trabajo. En cuanto para procesar y analizar los datos que se obtuvieron se enfocan en realizar comparaciones, codificar, describir, analizar el contenido, triangular y mapear dependiendo el enfoque del estudio⁴⁶.

3.5. Procedimientos

Trabajo de campo: es la etapa en la que se realizará la recolección de materiales y visualizar el lugar de estudio de la misma forma se preparará las herramientas y materiales necesarios para su exploración en campo, laboratorio y por último para culminar el desarrollo en gabinete, esta preparación preliminar servirá para llegar a cabo los objetivos de la investigación.

Etapa de campo: es la etapa en la que como primero se realizará la ubicación de los puntos de exploración por medio de pozos o calicatas donde se usará un GPS para obtener las coordenadas donde se evidenciará los puntos, una vez fijada cada punto se procede a realizar las calicatas utilizando las herramientas necesarias, los pozos se dimensiona de 1.5 m x 1.5 m y a una profundidad de 1.5 m.

⁴⁶ Bracho, Fernández y Díaz (2015)



Figura 07. Perforación de calicatas y extracción de muestra

Fuente: propio del autor

Alcanzando la profundidad requerida se procede a extraer la muestra sea lo suficiente para realizar las pruebas de laboratorio y estas muestras serán alteradas, para trasladarlo se usarán bolsas también se tomará fotografías y describir las capas de suelos explorado. Por último, se traslada el material al laboratorio embolsadas en cada y marcadas de cada calicata en donde se realizará las pruebas necesarias indicadas en la investigación.

Etapas de laboratorio: es la etapa en la que se desarrollan los ensayos de laboratorio donde se deberá secar las muestras a temperatura ambiente, menos la muestra para la prueba de contenido de humedad, para comenzar los ensayos se necesitará realizar el carteo de la muestra para homogenizar. Todos los ensayos se realizan utilizando las normas vigentes del ASTM.

El contenido de humedad, en la norma ASTM D2216 (2010) indica lo siguiente: se determina el contenido agua multiplicado por la masa del suelo, el ensayo consiste en seleccionar la muestra húmeda de un suelo natural lo cual se colocará en taras marcadas o enumeradas donde se colocará en el horno por 24 horas y debe estar a una temperatura de 110°C, se registran el peso húmedo y el peso después del secado y se determina por la fórmula dada⁴⁷:

$$W(\%) = \frac{W_h - W_s}{W_s} \times 100 \dots (1)$$

Donde:

W%: Contenido de humedad

⁴⁷ ASTM D2216 (2010)

Wh: peso de suelo húmedo (gr.)

Ws: peso de suelo seco (gr.)

La granulometría según la norma ASTM D422 (2007) indica lo siguiente: donde consiste en determinar la granulometría o el tamaño de las partículas del suelo y también definir la característica y el tipo del suelo, se necesitará el uso de tamices estándares que la norma indica en los tamaños dados⁴⁸:

Tabla 05. Serie de tamices estandarizados

Tamiz	Malla (mm)
3"	75.0
2"	50.8
1 ½"	38.1
1"	25.4
¾"	19.0
3/8"	9.5
(N° 04)	4.76
(N° 10)	2.0
(N° 20)	0.84
(N° 40)	0.43
(N° 60)	0.26
(N° 140)	0.106
(N° 200)	0.075

Nota. MTC⁴⁹.

Las muestras se separan en material gruesos y finos donde se considera hasta el tamiz número 4, después de la separación de la muestra se procede a lavar la muestra y posteriormente secar al horno por 24 horas, se tamiza el material y se pesa el material retenido en los tamices y registrar en las fichas y se calcula por la formula dada.

$$\%pasa = \frac{\text{Peso retenido del tamiz}}{\text{Peso total}} \times 100... (2)$$

⁴⁸ ASTM D422 (2007)

⁴⁹ MTC (2016)

En los Límites de consistencia según la norma ASTM D 4318 (2005) indica lo siguiente: consiste en determinar el límite líquido y límite plástico de los suelos son diferentes estados que los delimita desde semilíquido, plástica y semisólida⁵⁰. El límite líquido se determina con una porción de material lo cual se mezcla con agua hasta volverlo una pasta con una espátula, luego colocada la muestra en la Casagrande se parte por medio dando forma de una ranura y realizar 25 a 35 golpes rotando la manivela con velocidades de 1.9 a 2.1 golpes por segundo hasta que se junte la abertura luego pesar en estado húmedo y seco y registra en el fichero. Seguidamente se realiza la prueba del límite plástico tomando 20 gr de material, reducir la humedad hasta que se friccionen las muestras en una superficie plana y lisa, formando la masa en elipsoide se coloca en la tara para pesar en sus estado húmedo y pesar luego de retirar del horno en estado seco registrar en el fichero para luego terminar con la formula dada.

$$IP = LL - LP \dots (3)$$

Donde:

IP: Índice de plasticidad

LL: Límite líquido

LP: Límite plástico

El proctor modificado según la norma ASTM D1557 (2007) indica lo siguiente: consistió en la obtención de la intersección de humedades y pesos unitarios secos de los suelos. Se pueden utilizar 3 metodologías para diversos casos. Y se usan 3 métodos alternativos que son utilizados para diferentes casos. Utilizar el tipo de molde para compactar de acuerdo al método a emplearse⁵¹. Se prepara la muestra húmeda tamizado por el N°4, 3/8" o 3/4" y estas dependen del método empleado, el preparado de muestra es hasta cinco como mínimo las cuales tienen contenido de agua que es aproximada al optimo valor, luego se compacta con 2.3 kg, el suelo debe estar combinado continuamente del tamizado cuando la muestra está en proceso de secado y es para que se mantenga al distribuir la humedad.

⁵⁰ ASTM D 4318 (2005)

⁵¹ ASTM D1557 (2007)

La preparación seca consiste en secar la muestra si en caso se encuentra muy húmedo lo cual se realiza el secado al aire, luego de separar se sigue la compactación en el molde del proctor, pesar la masa del molde, asegurar el collarín, compactar el espécimen en cinco capas, después de compactar cada espécimen deberá tener el mismo espesor, compactar a cada 25 golpes o 56 golpes, determinar y registrar la masa, colocar la muestra en pequeñas taras y sacar el contenido de humedad. Por último, se determina la densidad con la siguiente fórmula:

$$\rho_m = 1000 \times \frac{(M_t - M_{md})}{V} \dots (4)$$

Donde:

ρ_m : densidad húmeda de la muestra compactado (Mg/m³)

M_t : muestra húmeda en molde (kg)

M_{md} : muestra en molde de compactación (kg)

V: volumen del molde (m³)

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{W}{100}} \dots (5)$$

Donde:

ρ_d : densidad seca del espécimen compactado (Mg/m³)

W: contenido de agua (%)

$$\gamma_d = 62.43 \rho_d \text{ en } \frac{\text{ldf}}{\text{pie}^3} \dots (6)$$

$$\gamma_d = 9.807 \rho_d \text{ en kN/m}^3 \dots (7)$$

Donde:

γ_d : peso unitario seco del espécimen compactado

$$W_{sat} = \frac{(\gamma_w)(G_s) - \gamma_d}{(\gamma_d)(G_s)} \times 100 \dots (8)$$

Donde:

W_{sat} : contenido de agua para una saturación completa (%)

γ_w : peso unitario del agua 9.807 Kn/m³

G_s : gravedad específica del suelo

La capacidad de soporte (CBR) según la norma ASTM D1883 (2005) indica lo siguiente: se prepara la muestra para luego ser compactado en el molde del

proctor, seguidamente se pesa el molde con su base se coloca el collar y el disco espaciador y lo cubre con un filtro de papel, ya preparada el molde se compacta el espécimen en el interior, utilizando un sistema dinámico de compactación, luego se coloca sobre la superficie de la muestra invertida la placa perforada con vástagos y sobre ésta los anillos necesarias, se registra la primera lectura para medir el hinchamiento, al final del periodo se vuelve a registrar el deformímetro para medir el hinchamiento, hecho esto se realiza la prueba en la prensa donde se somete a una carga que será lo suficientemente para ocasionar la intensidad de carga sea equivalente a la masa del pavimento y se registran todas las lecturas en las fichas⁵².

Etapa de gabinete se realizan los análisis e interpretaciones de los resultados obtenidos de los laboratorios de todos los ensayos correspondientes de las características físico mecánicas estabilizadas con cal viva y ceniza de cañihua en las fichas validados los equipos calibrados con certificación.

3.6. Método de análisis de datos

Para el análisis de resultados y en respuesta a los objetivos se trabaja con los datos obtenidas de los laboratorios aplicando las figuras y tablas que se contrastará con las normas vigentes, el método análisis es cuantitativa porque se trabaja con cálculos numéricos y para el análisis estadístico se usará el SPSS en la validación de las hipótesis planteadas.

3.7. Aspectos éticos

La investigación se elabora bajo los reglamentos normativos que fue establecida por la Universidad Cesar Vallejo, siguiendo el formato oficial de la universidad. Toda la tesis fue referenciada según el sistema ISO 690, formato autorizado por la universidad. También el presente trabajo tiene un porcentaje de similitud bajo.

⁵² ASTM D1883 (2005)

IV. RESULTADO

Ubicación del proyecto

La investigación está centrada en la región Puno, provincia San Román, en el distrito de Caracoto a 3825 msnm, señalando que la vía a estabilizar es Caracoto a Suches siendo una vía a nivel de trochas carrozables con una longitud de 5800 kilómetros.

Limites

Norte: San Miguel

Sur: Huata

Este: Pusi

Oeste: Cabana

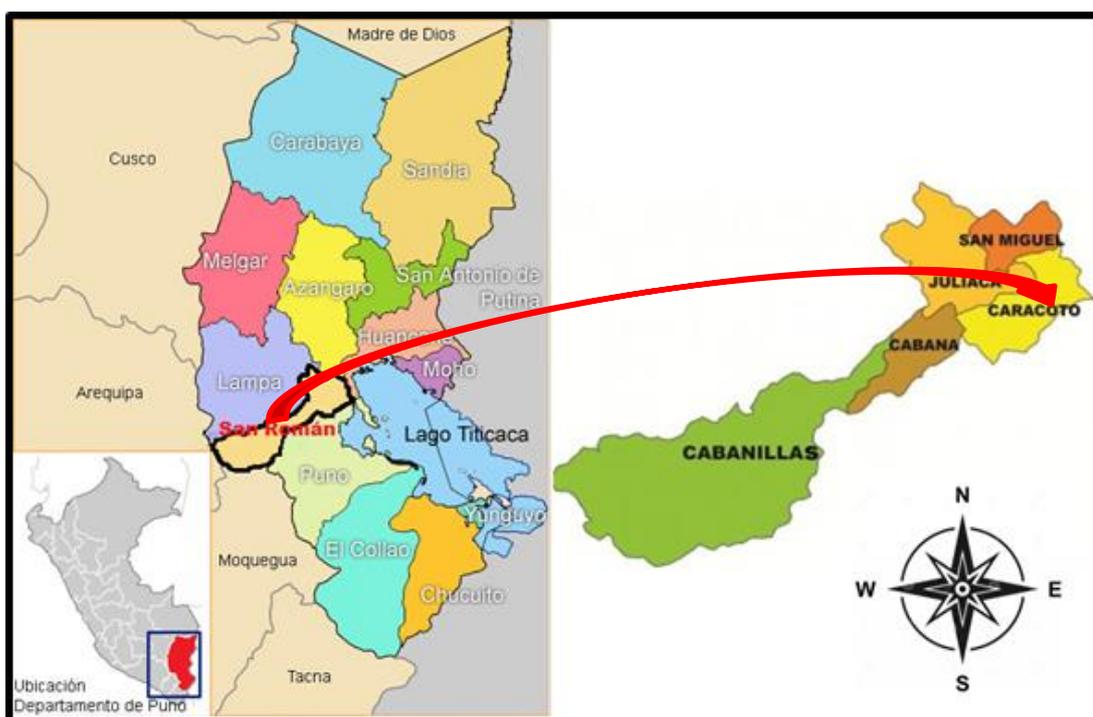


Figura 08. Mapa de ubicación de la investigación

Fuente: Map Perú (2022)

En esta etapa del trabajo de investigación se presentaron los resultados detallando de los ensayos realizados, las cuales están en cumplimiento con los objetivos planteados, se trabajaron con las muestras de suelo obtenida en la vía Caracoto a Suches en las progresivas (0+000 – 5+900), así mismo se analizan los datos que se obtuvieron de los ensayos de contenido de humedad,

granulometría, límites de consistencia, proctor modificado y capacidad de soporte del suelo (CBR). A continuación se presentan los resultados.

Clasificación de Suelos

Tabla 06. *Clasificación de Suelos – Suelo Natural.*

Clasificación de Suelos			
Calicata	Progresiva	SUCS	AASHTO
C1	3+300	CL	A-6 (6)
C2	3+800	CL	A-6 (7)
C3	4+300	CL	A-6 (6)

Fuente. Propio del autor

En la tabla 06, se muestra la clasificación de suelos del material de suelo de la calicata 1 y calicata 2, donde se obtuvo una arcilla de baja plasticidad (CL) según clasificación SUCS para ambas calicatas y un suelo arcilloso plástico (A-6 (6)) según clasificación AASHTO para ambas calicatas.

Tabla 07. *Clasificación de Suelos – SN + 5% Cal + 4% CC.*

Clasificación de Suelos - SN + 5% Cal + 4% CC			
Calicata	Progresiva	SUCS	AASHTO
C1	3+300	CL	A-6 (5)
C2	3+800	CL	A-6 (6)
C3	4.+300	CL	A-6 (5)

Fuente. Propio del autor

En la tabla 07, se muestra la clasificación de suelos del material de suelo de las calicatas 1, 2 y 3, donde se obtuvo una arcilla de baja plasticidad (CL) según clasificación SUCS para las tres calicatas y un suelo arcilloso plástico (A-6 (6)) según clasificación AASHTO para las tres calicatas.

Tabla 08. *Clasificación de Suelos – SN + 5% Cal + 7% CC.*

Clasificación de Suelos - SN + 5% Cal + 7% CC			
Calicata	Progresiva	SUCS	AASHTO
C1	3+300	CL	A-6 (4)
C2	3+800	CL	A-6 (5)
C3	4.+300	CL	A-6 (4)

Fuente. Propio del autor

En la tabla 08, se muestra la clasificación de suelos del material de suelo de las calicatas 1, 2 y 3, donde se obtuvo una arcilla de baja plasticidad (CL) según clasificación SUCS para las tres calicatas y un suelo arcilloso plástico (A-6 (4)) según clasificación AASHTO para las tres calicatas.

Tabla 09. *Clasificación de Suelos – SN + 5% Cal + 10% CC.*

Clasificación de Suelos - SN + 5% Cal + 10% CC			
Calicata	Progresiva	SUCS	AASHTO
C1	3+300	CL	A-6 (4)
C2	3+800	CL	A-6 (4)
C3	4.+300	CL	A-6 (4)

Fuente. Propio del autor

En la tabla 09, se muestra la clasificación de suelos del material de suelo de las calicatas 1, 2 y 3, donde se obtuvo una arcilla de baja plasticidad (CL) según clasificación SUCS para las tres calicatas y un suelo arcilloso plástico (A-6 (4)) según clasificación AASHTO para las tres calicatas.

Análisis Granulométrico

Tabla 10. *Análisis granulométrico de suelo natural.*

Tamiz	Abertura (mm)	% QUE PASA		
		C1	C2	C3
3/8"	9.525	-	-	-
Nº 4	4.760	100.00	100.00	100.00
Nº 10	2.000	93.52	93.62	92.70
Nº 20	0.840	86.08	87.03	84.64
Nº 40	0.420	78.63	79.38	78.13
Nº 50	0.300	72.04	72.10	71.89
Nº 100	0.149	63.97	65.28	62.89
Nº 200	0.074	56.71	58.48	56.33
Base		141.77	146.21	140.83

Fuente. Propio del autor

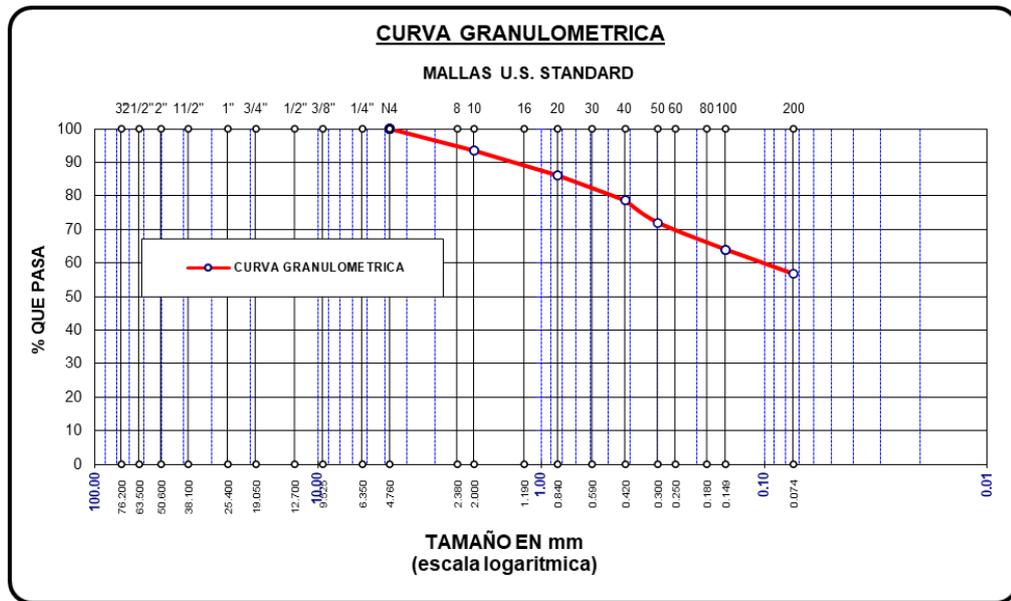


Figura 09. Curva de gradación granulométrica de la muestra de C1.

Fuente: Propio del autor

En la tabla 10 y figura 09, se muestra la granulometría del material de suelo natural de la calicata 01, donde se adquirió un porcentaje pasante de la malla N°4 del 100% lo que indica que no presentó gravas, un porcentaje de arenas de 43.67% y un porcentaje de finos de 56.71%.

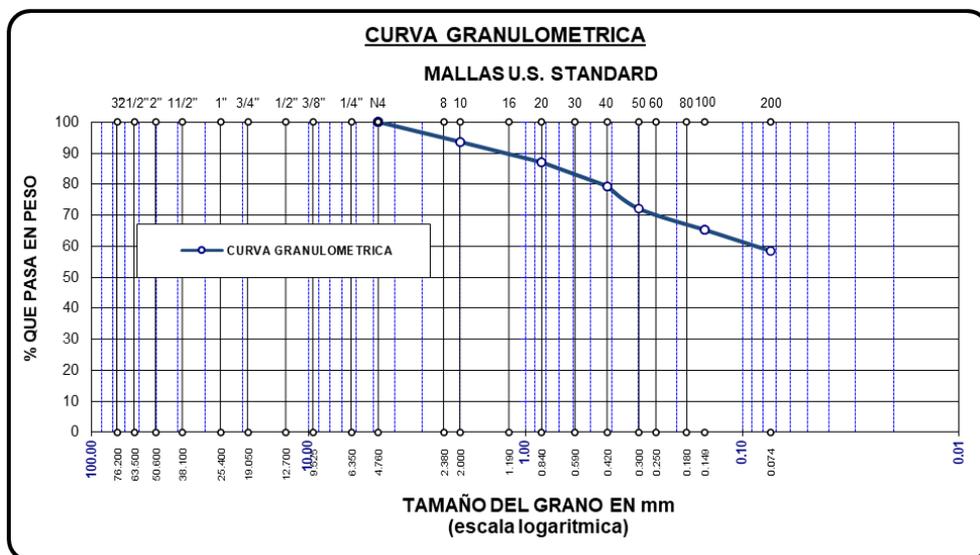


Figura 10. Curva de gradación granulométrica de la muestra de C2.

Fuente: Propio del autor

En la tabla 10 y figura 10, se muestra la granulometría del material de suelo natural de la calicata 02, donde se adquirió un porcentaje pasante de la malla

N°4 del 100% lo que indica que no presentó gravas, un porcentaje de arenas de 41.52% y un porcentaje de finos de 58.48%.

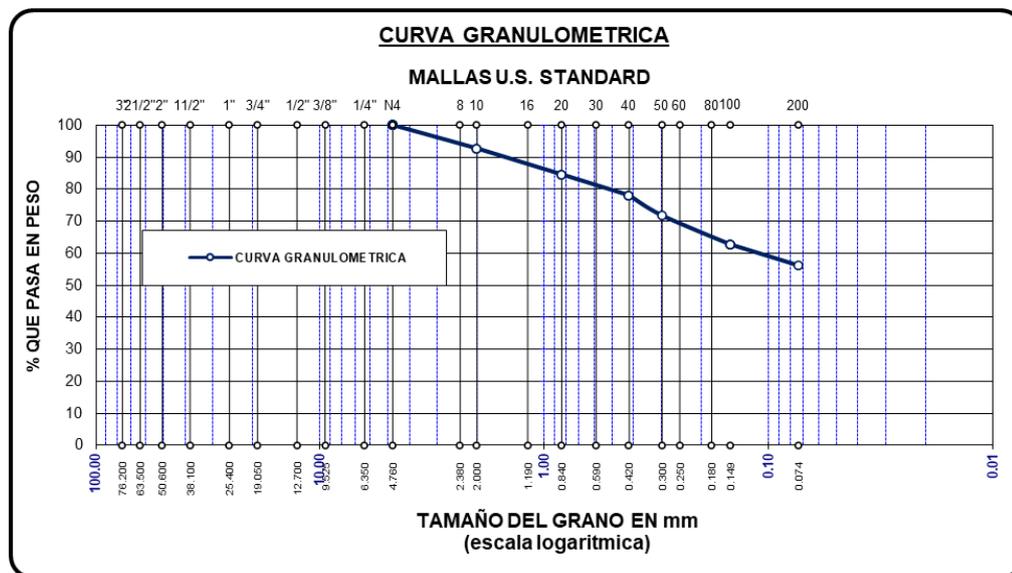


Figura 11. Curva de gradación granulométrica de la muestra de C3.

Fuente: Propio del autor

En la tabla 10 y figura 11, se muestra la granulometría del material de suelo natural de la calicata 03, donde se adquirió un porcentaje pasante de la malla N°4 del 100% lo que indica que no presentó gravas, un porcentaje de arenas de 43.67% y un porcentaje de finos de 56.33%.

Tabla 11. Análisis granulométrico - SN + 5% Cal + 4% CC.

Tamiz	Abertura (mm)	% QUE PASA		
		C1	C2	C3
3/8"	9.525	-	-	-
Nº 4	4.760	100.00	100.00	100.00
Nº 10	2.000	93.19	93.44	92.82
Nº 20	0.840	85.50	88.57	84.10
Nº 40	0.420	77.48	79.27	77.06
Nº 50	0.300	70.64	71.60	70.63
Nº 100	0.149	62.20	84.24	61.27
Nº 200	0.074	55.02	57.41	54.44
	Base	137.56	143.52	136.09

Fuente. Propio del autor

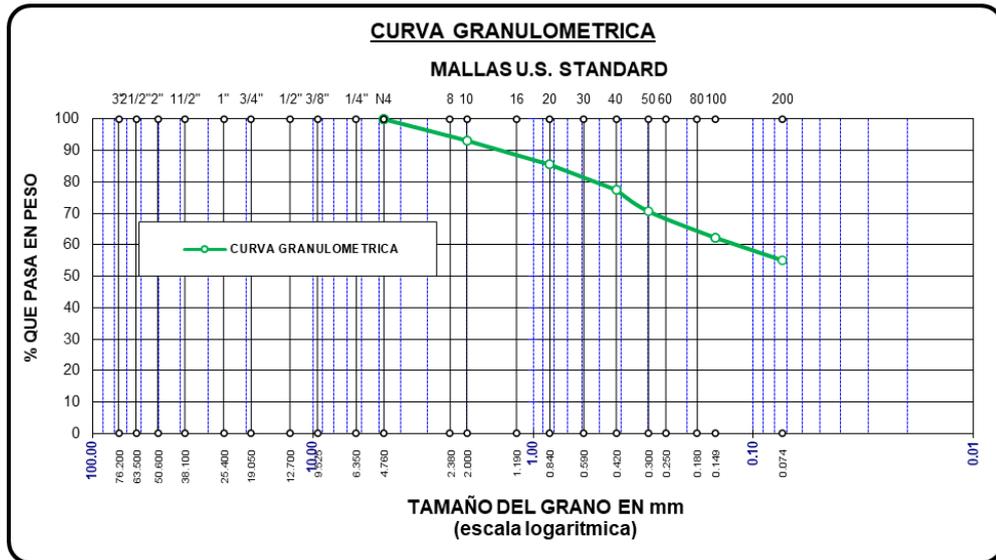


Figura 12. Curva granulométrica de la muestra C1 - SN + 5% Cal + 4% CC.
Fuente: Propio del autor

En la tabla 11 y figura 12, se muestra la granulometría del material de suelo natural de la calicata 01 + 5% Cal + 4% CC, donde se adquirió un porcentaje pasante de la malla N°4 del 100% lo que indica que no presentó gravas, un porcentaje de arenas de 44.98% y un porcentaje de finos de 55.02%.

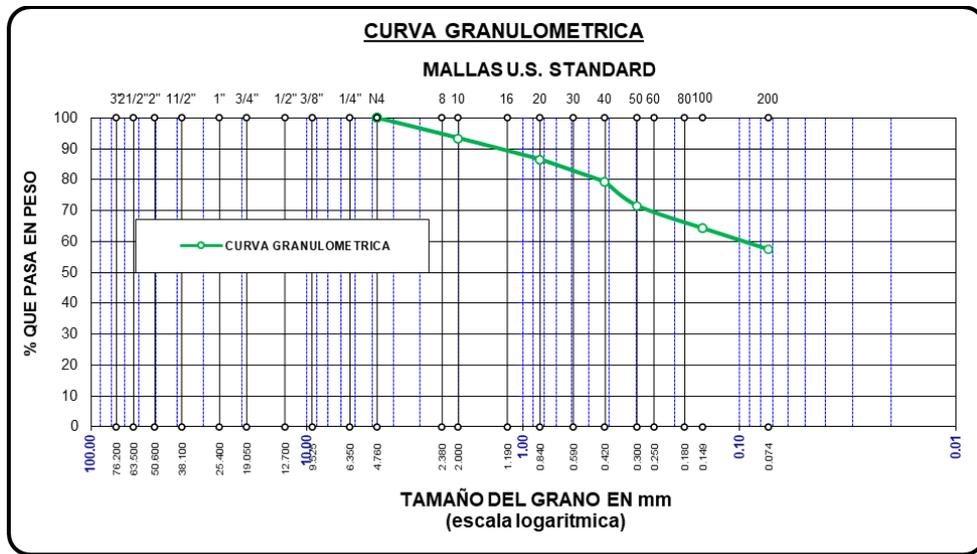


Figura 13. Curva granulométrica de la muestra C2 - SN + 5% Cal + 4% CC.
Fuente: Propio del autor

En la tabla 11 y figura 13, se muestra la granulometría del material de suelo natural de la calicata 02 + 5% Cal + 4% CC, donde se adquirió un porcentaje

pasante de la malla N°4 del 100% lo que indica que no presentó gravas, un porcentaje de arenas de 42.59% y un porcentaje de finos de 57.41%.

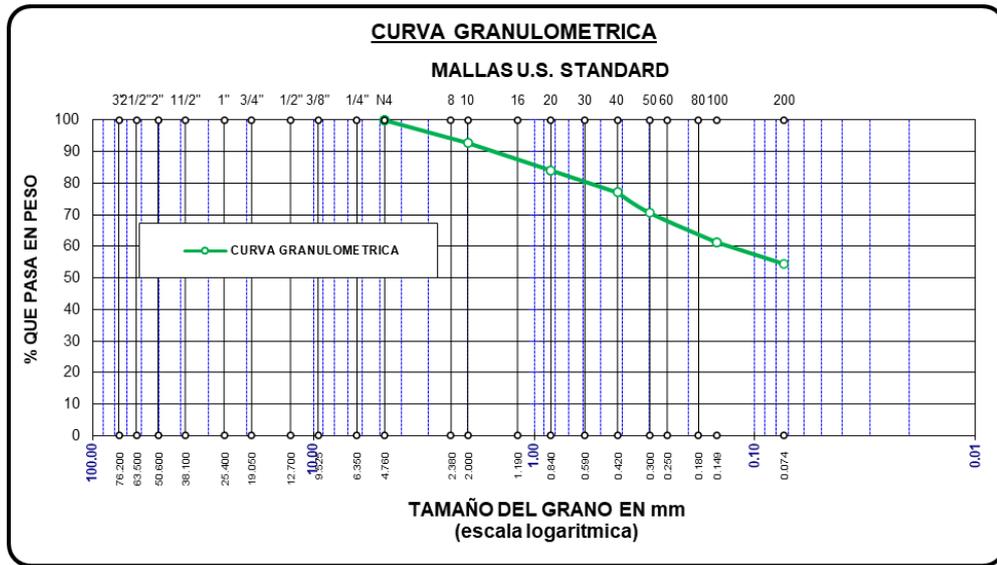


Figura 14. Curva granulométrica de la muestra C3 - SN + 5% Cal + 4% CC.

Fuente: Propio del autor

En la tabla 11 y figura 14, se muestra la granulometría del material de suelo natural de la calicata 03 + 5% Cal + 4% CC, donde se adquirió un porcentaje pasante de la malla N°4 del 100% lo que indica que no presentó gravas, un porcentaje de arenas de 45.56% y un porcentaje de finos de 54.44%.

Tabla 12. Análisis granulométrico - SN + 5% Cal + 7% CC.

Tamiz	Abertura (mm)	% QUE PASA		
		C1	C2	C3
3/8"	9.525	-	-	-
Nº 4	4.760	100.00	100.00	100.00
Nº 10	2.000	92.82	93.18	92.39
Nº 20	0.840	84.80	85.91	83.52
Nº 40	0.420	76.39	78.18	76.15
Nº 50	0.300	69.59	70.12	69.31
Nº 100	0.149	60.76	62.42	59.70
Nº 200	0.074	53.52	55.24	52.52
	Base	133.80	138.09	131.30

Fuente. Propio del autor

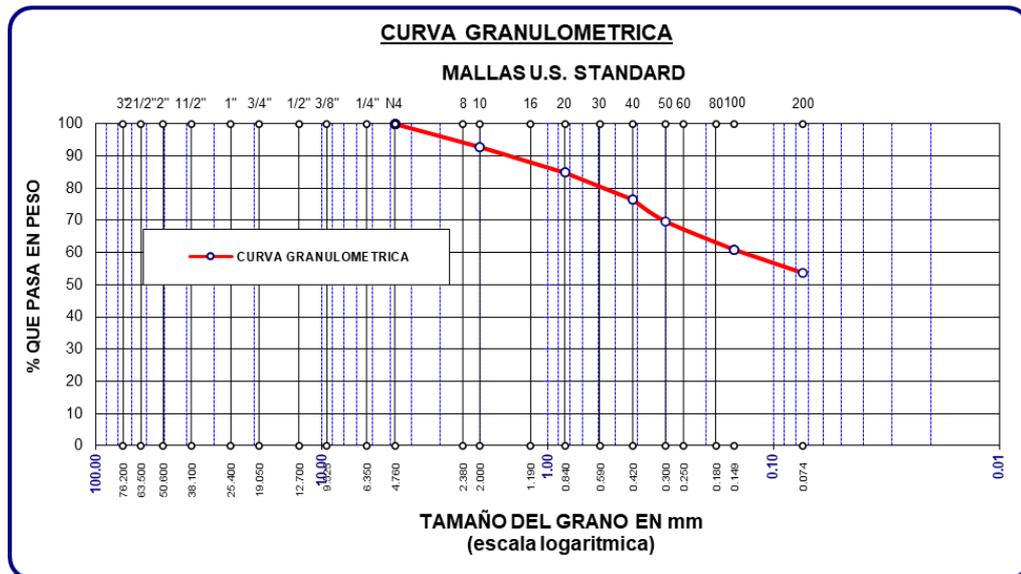


Figura 15. Curva granulométrica de la muestra C1 - SN + 5% Cal + 7% CC.

Fuente: Propio del autor

En la tabla 12 y figura 15, se muestra la granulometría del material de suelo natural de la calicata 01 + 5% Cal + 7% CC, donde se adquirió un porcentaje pasante de la malla N°4 del 100% lo que indica que no presentó gravas, un porcentaje de arenas de 46.48% y un porcentaje de finos de 53.52%.

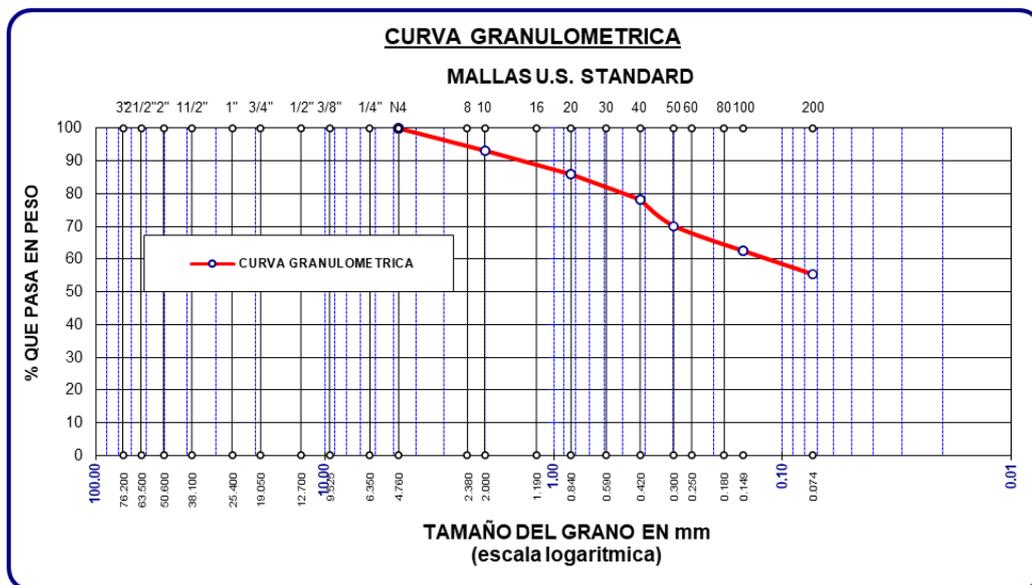


Figura 16. Curva granulométrica de la muestra C2 - SN + 5% Cal + 7% CC.

Fuente: Propio del autor

En la tabla 12 y figura 16, se muestra la granulometría del material de suelo natural de la calicata 02 + 5% Cal + 7% CC, donde se adquirió un porcentaje

pasante de la malla N°4 del 100% lo que indica que no presentó gravas, un porcentaje de arenas de 44.76% y un porcentaje de finos de 55.24%.

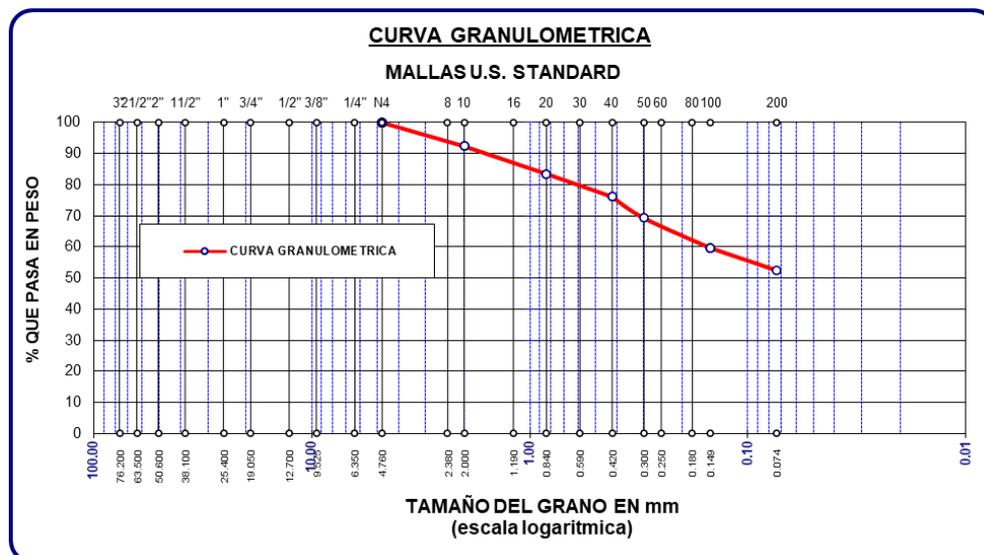


Figura 17. Curva granulométrica de la muestra C3 - SN + 5% Cal + 7% CC.

Fuente: Propio del autor

En la tabla 12 y figura 17, se muestra la granulometría del material de suelo natural de la calicata 03 + 5% Cal + 7% CC, donde se adquirió un porcentaje pasante de la malla N°4 del 100% lo que indica que no presentó gravas, un porcentaje de arenas de 47.48% y un porcentaje de finos de 52.52%.

Tabla 13. Análisis granulométrico - SN + 5% Cal + 10% CC.

Tamiz	Abertura (mm)	% QUE PASA		
		C1	C2	C3
3/8"	9.525	-	-	-
N° 4	4.760	100.00	100.00	100.00
N° 10	2.000	92.78	92.79	92.79
N° 20	0.840	84.38	85.06	85.06
N° 40	0.420	76.51	76.99	78.99
N° 50	0.300	69.38	68.54	68.54
N° 100	0.149	60.15	60.28	60.28
N° 200	0.074	52.49	52.97	52.97
	Base	131.22	132.43	132.43

Fuente. Propio del autor

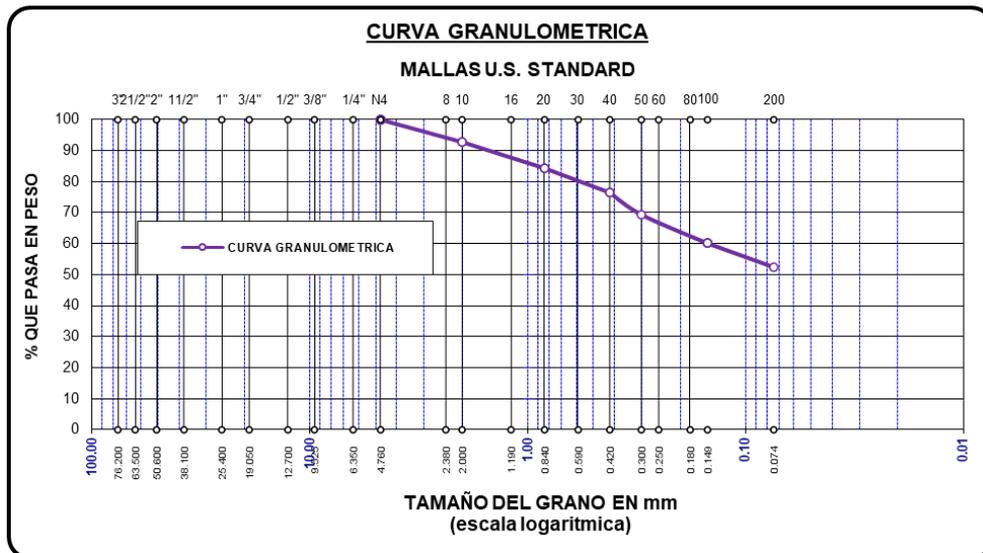


Figura 18. Curva granulométrica de la muestra C1 - SN + 5% Cal + 10% CC.

Fuente: Propio del autor

En la tabla 13 y figura 18, se muestra la granulometría del material de suelo natural de la calicata 01 + 5% Cal + 10% CC, donde se tiene un porcentaje pasante de la malla N°4 del 100% lo que indica que no presentó gravas, un porcentaje de arenas de 47.51% y un porcentaje de finos de 52.49%.

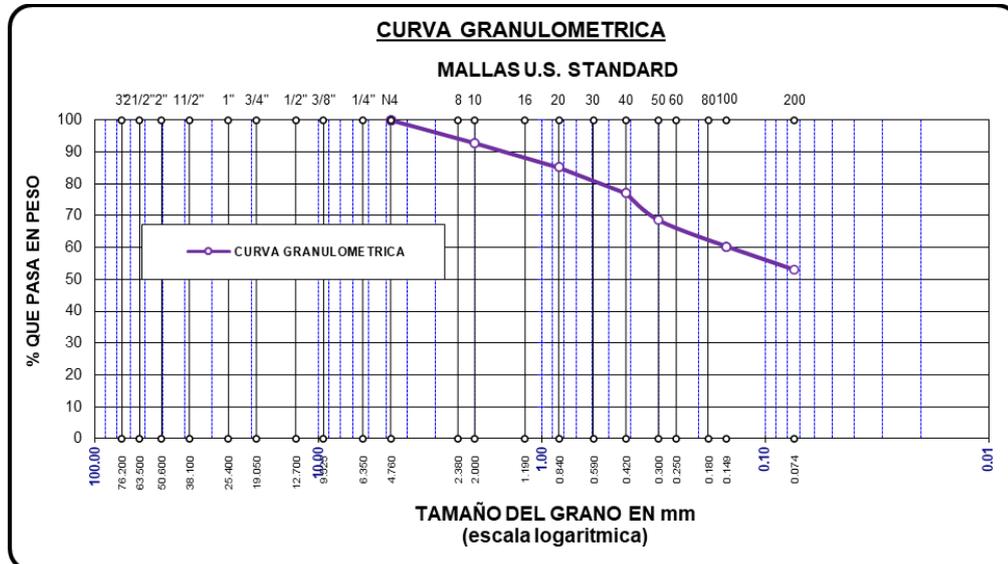


Figura 19. Curva granulométrica de la muestra C2 - SN + 5% Cal + 10% CC.

Fuente: Propio del autor

En la tabla 13 y figura 19, se muestra la granulometría del material de suelo natural de la calicata 02 + 5% Cal + 10% CC, donde se tiene un porcentaje

pasante de la malla N°4 del 100% lo que indica que no presentó gravas, un porcentaje de arenas de 47.03% y un porcentaje de finos de 52.97%.

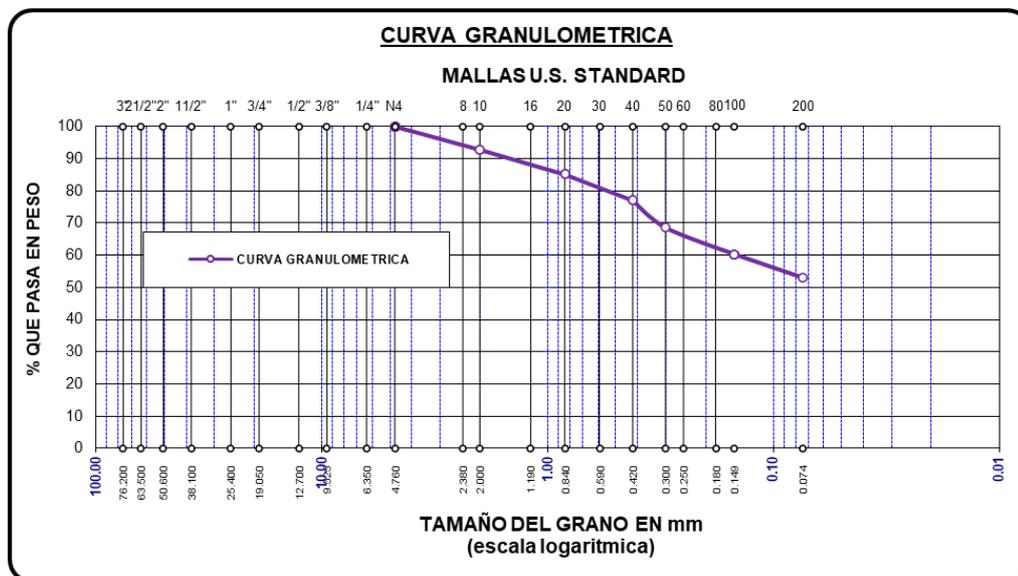


Figura 20. Curva granulométrica de la muestra C3 - SN + 5% Cal + 10% CC.

Fuente: Propio del autor

En la tabla 13 y figura 20, se muestra la granulometría del material de suelo natural de la calicata 03 + 5% Cal + 10% CC, donde se tiene un porcentaje pasante de la malla N°4 del 100% lo que indica que no presentó gravas, un porcentaje de arenas de 47.03% y un porcentaje de finos de 52.97%.

Límites de Consistencia

Tabla 14. Detalle de límite de consistencia de suelo natural.

Descripción	Límites de Consistencia		
	%		
	C1	C2	C3
Límite líquido	33.17	34.95	33.77
Límite plástico	16.74	16.27	17.83
Índice de plasticidad	16.44	18.68	15.94

Fuente. Propio del autor

En la tabla 14, se muestra los límites de consistencia que el suelo natural presentó, donde se obtuvo que la calicata 1 tiene un IP de 16.44%, la calicata 2 tiene un IP de 18.68% y la calicata 3 tienen un IP de 15.94%.

Tabla 15. *Detalle de límite de consistencia - SN + 5% Cal + 4% CC.*

Límites de Consistencia			
Descripción	%		
	C1	C2	C3
Límite líquido	31.38	32.00	31.44
Límite plástico	15.44	15.27	16.40
Índice de plasticidad	15.94	16.73	15.03

Fuente. Propio del autor

En la tabla 15, se muestra los límites de consistencia que el suelo natural presentó, donde se obtuvo que la calicata 1 tiene un IP de 15.94%, la calicata 2 tiene un IP de 16.73% y la calicata 3 tienen un IP de 15.03%.

Tabla 16. *Detalle de límite de consistencia - SN + 5% Cal + 7% CC.*

Límites de Consistencia			
Descripción	%		
	C1	C2	C3
Límite líquido	28.61	30.70	29.76
Límite plástico	14.76	15.44	15.39
Índice de plasticidad	13.85	15.26	14.37

Fuente. Propio del autor

En la tabla 16, se muestra los límites de consistencia que el suelo natural presentó, donde se obtuvo que la calicata 1 tiene un IP de 13.85%, la calicata 2 tiene un IP de 15.26% y la calicata 3 tienen un IP de 14.37%.

Tabla 17. *Detalle de límite de consistencia - SN + 5% Cal + 10% CC.*

Límites de Consistencia			
Descripción	%		
	C1	C2	C3
Límite líquido	25.94	28.26	28.36
Límite plástico	13.34	13.76	14.43
Índice de plasticidad	12.60	14.49	13.93

Fuente. Propio del autor

En la tabla 17, se muestra los límites de consistencia que el suelo natural presentó, donde se obtuvo que la calicata 1 tiene un IP de 12.60%, la calicata 2 tiene un IP de 14.49% y la calicata 3 tienen un IP de 13.93%.

Proctor Modificado

Tabla 18. *Detalle de proctor modificado de suelo natural.*

Proctor Modificado		
Descripción	Máxima Densidad Seca (gr/cc)	Óptimo Contenido Humedad (%)
C1	1.804	19.55
C2	1.807	20.25
C3	1.816	19.31

Fuente. Propio del autor

En la tabla 18, se muestra los resultados de la prueba de proctor modificado, donde se tiene para las calicatas 1, 2 y 3 una máxima densidad seca de 1.804 gr/cc, 1.807 gr/cc y 1.816 gr/cc respectivamente y un óptimo contenido de humedad 19.55%, 20.25% y 19.31% respectivamente.

Tabla 19. *Detalle de proctor modificado de SN + 5% Cal + 4% CC.*

Proctor Modificado - SN + 5% Cal + 4% CC		
Descripción	Máxima Densidad Seca (gr/cc)	Óptimo Contenido Humedad (%)
C1	1.820	18.35
C2	1.810	18.56
C3	1.830	18.29

Fuente. Propio del autor

En la tabla 19, se muestra los resultados de la prueba de proctor modificado de SN + 5% Cal + 4% CC, donde se tiene para las calicatas 1, 2 y 3 una máxima densidad seca de 1.820 gr/cc, 1.810 gr/cc y 1.830 gr/cc respectivamente y un óptimo contenido de humedad 18.35%, 18.56% y 18.29% respectivamente.

Tabla 20. *Detalle de proctor modificado de SN + 5% Cal + 7% CC.*

Proctor Modificado - SN + 5% Cal + 7% CC		
Descripción	Máxima Densidad Seca (gr/cc)	Óptimo Contenido Humedad (%)
C1	1.845	16.98
C2	1.838	17.66
C3	1.851	16.13

Fuente. Propio del autor

En la tabla 20, se muestra los resultados de la prueba de proctor modificado de SN + 5% Cal + 7% CC, donde se tiene para las calicatas 1, 2 y 3 una máxima densidad seca de 1.845 gr/cc, 1.838 gr/cc y 1.851 gr/cc respectivamente y un óptimo contenido de humedad 16.98%, 17.66% y 16.13% respectivamente.

Tabla 21. *Detalle de proctor modificado de SN + 5% Cal + 10% CC.*

Proctor Modificado - SN + 5% Cal + 10% CC		
Descripción	Máxima Densidad Seca (gr/cc)	Óptimo Contenido Humedad (%)
C1	1.879	15.41
C2	1.855	16.26
C3	1.861	15.50

Fuente. Propio del autor

En la tabla 21, se muestra los resultados de la prueba de proctor modificado de SN + 5% Cal + 10% CC, donde se tiene para las calicatas 1, 2 y 3 una máxima densidad seca de 1.879 gr/cc, 1.855 gr/cc y 1.861 gr/cc respectivamente y un óptimo contenido de humedad 15.41%, 16.26% y 15.50% respectivamente.

Capacidad de Soporte CBR

Tabla 22. *Detalle de CBR de suelo natural.*

CBR		
Descripción	0.1" al 95% MDS	0.1" al 100% MDS
C1	8.2	11.8
C2	9.5	11.9

C3	9.6	12.5
----	-----	------

Fuente. Propio del autor

En la tabla 22, se muestra los resultados de la prueba de CBR, donde se tiene para la calicata 01 un CBR de 8.2% y 11.8% al 95% y 100% MDS respectivamente, además en la calicata 02 un CBR de 9.5% y 11.9% al 95% y 100% MDS respectivamente y en la calicata 03 un CBR de 9.6% y 12.5% al 95% y 100% MDS respectivamente.

Tabla 23. *Detalle de CBR de SN + 5% Cal + 4% CC.*

CBR - SN + 5% Cal + 4% CC		
Descripción	0.1" al 95% MDS	0.1" al 100% MDS
C1	9.8	12.7
C2	9.9	13.0
C3	10.5	13.1

Fuente. Propio del autor

En la tabla 23, se muestra los resultados de la prueba de CBR para SN + 5% Cal + 4% CC, donde se tiene para la calicata 1 un CBR de 9.8% y 12.7% al 95% y 100% MDS respectivamente, además en la calicata 2 un CBR de 9.9% y 13.0% al 95% y 100% MDS respectivamente y en la calicata 3 un CBR de 10.5% y 13.1% al 95% y 100% MDS respectivamente.

Tabla 24. *Detalle de CBR de SN + 5% Cal + 7% CC.*

CBR - SN + 5% Cal + 7% CC		
Descripción	0.1" al 95% MDS	0.1" al 100% MDS
C1	11.6	15.2
C2	11.3	14.9
C3	11.3	15.2

Fuente. Propio del autor

En la tabla 24, se muestra los resultados de la prueba de CBR para SN + 5% Cal + 7% CC, donde se tiene para la calicata 1 un CBR de 11.6% y 15.2% al 95% y 100% MDS respectivamente, además en la calicata 2 un CBR de 11.3%

y 14.9% al 95% y 100% MDS respectivamente y en la calicata 3 un CBR de 11.3% y 15.2% al 95% y 100% MDS respectivamente.

Tabla 25. *Detalle de CBR de SN + 5% Cal + 10% CC.*

CBR - SN + 5% Cal + 10% CC		
Descripción	0.1" al 95% MDS	0.1" al 100% MDS
C1	12.6	16.6
C2	12.1	16.4
C3	11.7	15.5

Fuente. Propio del autor

En la tabla 25, se muestra los resultados de la prueba de CBR para SN + 5% Cal + 10% CC, donde se tiene para la calicata 1 un CBR de 12.6% y 16.6% al 95% y 100% MDS respectivamente, además en la calicata 2 un CBR de 12.1% y 16.4% al 95% y 100% MDS respectivamente y en la calicata 3 un CBR de 11.7% y 15.5% al 95% y 100% MDS respectivamente.

Resumen de Resultados.

Índice de Plasticidad.

Tabla 26. *Resumen de Índice de Plasticidad.*

Índice de Plasticidad (%)				
Descripción	C1	C2	C3	Media
SN	16.44	18.68	15.94	17.02
SN + 5%Cal + 4%CC	15.94	16.73	15.03	15.90
SN + 5%Cal + 7%CC	13.85	15.26	14.37	14.49
SN + 5%Cal + 10%CC	12.60	14.49	13.93	13.67

Fuente. Propio del autor

En la tabla 26, se muestra el resumen de resultados obtenidos para el índice de plasticidad, donde se tiene una reducción de la plasticidad conforme se incrementa el tratamiento de cal viva + ceniza de cañihua, siendo la dosificación más óptima la de SN + 5%Cal + 10%Ceniza de Cañihua.

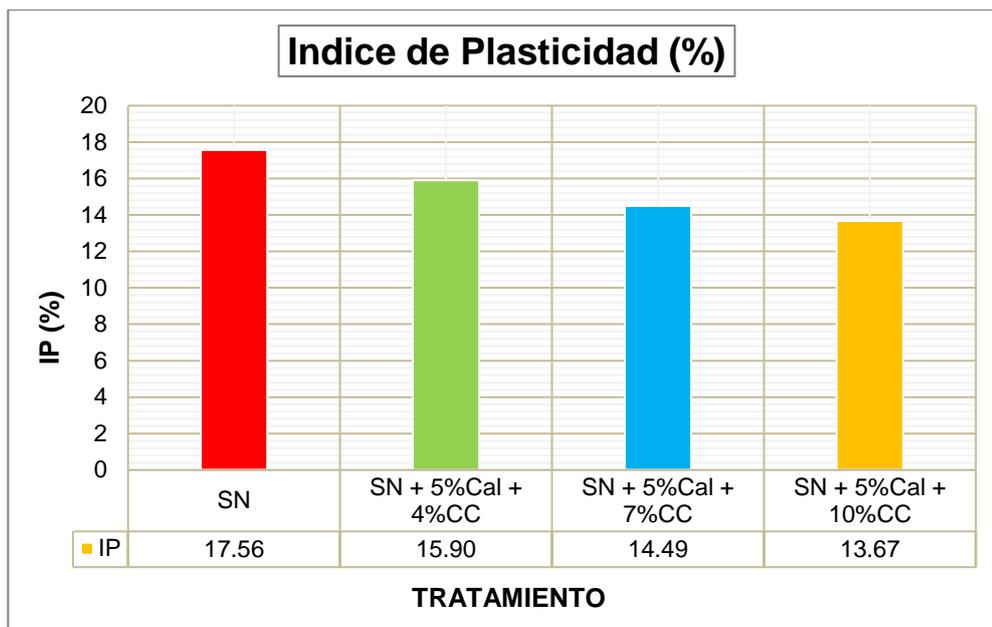


Figura 21. Resumen de Índice de Plasticidad.

Fuente: Propio del autor

En la figura 21, se mostró la reducción del índice de plasticidad desde 17.56% hasta 13.67%, con una diferencia del 22%, siendo la dosificación más óptima la de SN + 5%Cal + 10%Ceniza de Cañihua.

Máxima Densidad Seca

Tabla 27. Resumen de la Máxima Densidad Seca.

Máxima Densidad Seca (gr/cc)				
Descripción	C1	C2	C3	Media
SN	1.804	1.807	1.816	1.809
SN + 5%Cal + 4%CC	1.820	1.810	1.830	1.820
SN + 5%Cal + 7%CC	1.845	1.838	1.851	1.845
SN + 5%Cal + 10%CC	1.879	1.855	1.861	1.865

Fuente. Propio del autor

En la tabla 27, se muestra el resumen de resultados obtenidos para la máxima densidad seca, donde se tiene un incremento de la densidad seca conforme se incrementa el tratamiento de cal viva + ceniza de cañihua, siendo la dosificación más óptima la de SN + 5%Cal + 10%Ceniza de Cañihua.

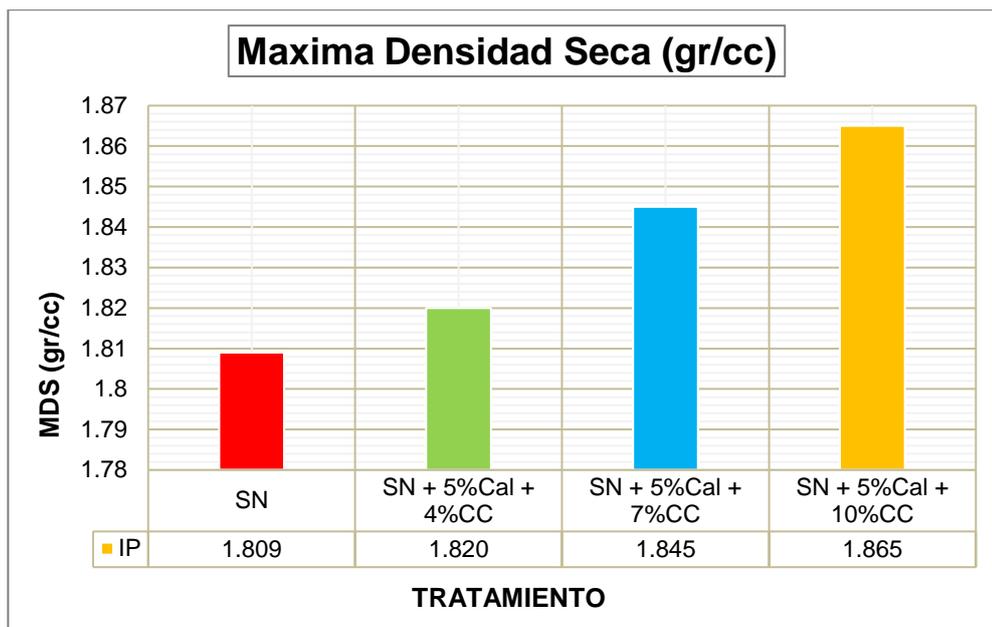


Figura 22. Resumen de la Máxima Densidad Seca.

Fuente: Propio del autor

En la figura 22, se mostró el incremento de la máxima densidad seca desde 1.809 gr/cc hasta 1.865 gr/cc, con una diferencia del 3%, siendo la dosificación más óptima la de SN + 5%Cal + 10%Ceniza de Cañihua.

Capacidad de Soporte CBR

Tabla 28. Resumen de CBR.

Descripción	CBR (%)			
	C1	C2	C3	Media
SN	8.2	9.5	9.6	9.1
SN + 5%Cal + 4%CC	9.8	9.9	10.5	10.1
SN + 5%Cal + 7%CC	11.6	11.3	11.3	11.4
SN + 5%Cal + 10%CC	12.6	12.1	11.7	12.1

Fuente. Propio del autor

En la tabla 28, se muestra el resumen de resultados obtenidos para el CBR, donde se tiene un incremento de la capacidad de soporte conforme se incrementa el tratamiento de cal viva + ceniza de cañihua, siendo la dosificación más óptima la de SN + 5%Cal + 10%Ceniza de Cañihua.

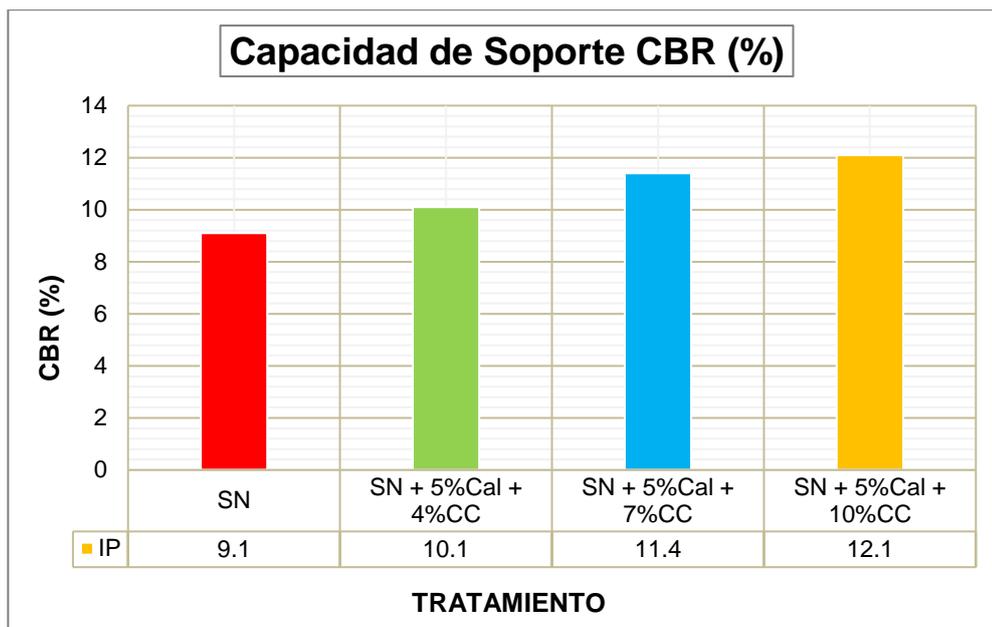


Figura 23. Resumen de CBR.

Fuente: Propio del autor

En la figura 23, se mostró incremento de la capacidad de soporte CBR desde 9.1% hasta 12.1%, con una diferencia del 33%, siendo la dosificación más óptima la de SN + 5%Cal + 10%Ceniza de Cañihua.

Óptimo Contenido de Adición de Cal Viva + Ceniza de Cañihua

Según las figuras 44, 45 y 46, el óptimo contenido de adición de cal viva y ceniza de cañihua es de 5% de cal viva y 10% de ceniza de cañihua, con el cual se consigue una reducción del índice de plasticidad del 22%, un incremento de la máxima densidad seca del 3% y un incremento de la capacidad de soporte CBR del 33%, lo que indica una mejora en las propiedades físicas y mecánicas del material de subrasante de la vía en estudio.

Prueba estadística.

Prueba estadística para el índice de plasticidad.

En la prueba estadística para el índice de plasticidad, como primer paso en la prueba de normalidad se plantea las siguientes hipótesis.

Planteamiento de Hipótesis

H₀: Los datos de índice de plasticidad tienen una distribución normal

H₁: Los datos de índice de plasticidad no tienen una distribución normal

Nivel de significancia

El nivel de significancia será de 5% puesto que el nivel de confianza utilizado es 95%.

Prueba estadística estimación del p-valor

Se considera la prueba de Shapiro Wilk debido a que los datos analizados son menores a 50.

Tabla 29. Prueba de normalidad

Adición de cal y Ceniza de Cañihua		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Plasticidad del suelo	0%Cal+0%CC	,882	3	,329
	5%Cal+4%CC	,998	3	,922
	5%Cal+7%CC	,978	3	,713
	5%Cal+10%CC	,948	3	,559

Nota: datos extraído del SPSS

Lectura del P-valor y toma de decisión

P-valor $\geq \alpha$ (Se acepta H₀)

P-valor $< \alpha$ (Se acepta H₁)

Conclusión

Los valores de significancia (P valor) del índice de plasticidad son mayores a 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis nula que nos menciona que los datos tienen una distribución normal, por lo tanto, utilizaremos una prueba estadística paramétrica, en este caso la prueba de análisis de varianza ANOVA de un factor.

Prueba análisis de varianza ANOVA

Formulación de la hipótesis estadística

H₀: Las medias del índice plástico son iguales, por lo que no influye en la plasticidad del suelo al adicionar cal y ceniza de cañihua.

H₁: Las medias del índice plástico son diferentes, por lo que si influye en la plasticidad del suelo al adicionar cal y ceniza de cañihua.

Nivel de significancia

El nivel de significancia será de 5% puesto que el nivel de confianza utilizado es 95%.

Prueba estadística estimación del p-valor

Tabla 30. Prueba de homogeneidad de varianzas

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Plasticidad del suelo			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
1,060	3	8	,418

Nota. Datos extraídos del SPSS

Tabla 31. Prueba de análisis de varianza

ANOVA					
Plasticidad del suelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	19,836	3	6,612	6,145	,018
Dentro de grupos	8,608	8	1,076		
Total	28,443	11			

Nota. Datos extraídos del SPSS

Tabla 32. Prueba post hoc – Tukey

Grupo (I)	Grupo (J)	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
0%Cal+0%CC	5%Cal+4%CC	1,12000	,575
	5%Cal+7%CC	2,52667	,068
	5%Cal+10%CC	3,34667*	,018
5%Cal+4%CC	0%Cal+0%CC	-1,12000	,575
	5%Cal+7%CC	1,40667	,401
	5%Cal+10%CC	2,22667	,112
5%Cal+7%CC	0%Cal+0%CC	-2,52667	,068
	5%Cal+4%CC	-1,40667	,401
	5%Cal+10%CC	,82000	,771
5%Cal+10%CC	0%Cal+0%CC	-3,34667*	,018
	5%Cal+4%CC	-2,22667	,112
	5%Cal+7%CC	-,82000	,771

Nota. Datos extraídos del SPSS

Lectura del P-valor y toma de decisión

P-valor $\geq \alpha$ (Se acepta H_0)

P-valor $< \alpha$ (Se acepta H_1)

Conclusión

En la Tabla 30 para la homogeneidad de varianzas nos resulta un p-valor de 0.418, el cual es mayor a la significancia, por lo que aceptamos la hipótesis nula donde nos indica que las homogeneidades son iguales.

En la Tabla 31, para la prueba de ANOVA tenemos un p-valor de 0.018, el cual es menor al valor de significancia 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis alterna, la cual nos menciona que las medias de la plasticidad del suelo son diferentes, es decir, que al adicionar Cal con ceniza de cañihua influyen en los datos de plasticidad.

En la Tabla 32 tenemos la prueba post hoc de Tukey, en la cual nos muestran las diferencias significativas, es decir en qué nivel o dosificación se encuentran dichas diferencias mencionadas en el análisis de varianza ANOVA. Observamos en la dosificación de 5%Cal+10%CC una diferencia de medias de 3.35 respecto a la muestra patrón, el cual es mayor al resto de dosificaciones, considerándose la dosificación óptima o la dosificación que más influye en el suelo patrón.

Prueba estadística para la máxima densidad seca

En la prueba estadística para la máxima densidad seca, como primer paso en la prueba de normalidad se plantea las siguientes hipótesis.

Planteamiento de Hipótesis

H_0 : Los datos de la máxima densidad seca tienen una distribución normal

H_1 : Los datos de la máxima densidad seca no tienen una distribución normal

Nivel de significancia

El nivel de significancia será de 5% puesto que el nivel de confianza utilizado es 95%.

Prueba estadística estimación del p-valor

Se considera la prueba de Shapiro Wilk debido a que los datos analizados son menores a 50.

Tabla 33. Prueba de normalidad

Adición de cal y Ceniza de Cañihua		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Máxima densidad seca	0%Cal+0%CC	,923	3	,463
	5%Cal+4%CC	1,000	3	1,000
	5%Cal+7%CC	,998	3	,915

	5%Cal+10%CC	,923	3	,463
--	-------------	------	---	------

Nota. Datos extraídos del SPSS

Lectura del P-valor y toma de decisión

P-valor $\geq \alpha$ (Se acepta H_0)

P-valor $< \alpha$ (Se acepta H_1)

Conclusión

Los valores de significancia (P valor) de la máxima densidad seca son mayores a 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis nula que nos menciona que los datos tienen una distribución normal, por lo tanto, utilizaremos una prueba estadística paramétrica, en este caso la prueba de análisis de varianza ANOVA de un factor.

Prueba análisis de varianza ANOVA.

Formulación de la hipótesis estadística

H₀: Las medias de los valores son iguales, por lo que no influye en la máxima densidad seca al adicionar cal y ceniza de cañihua.

H₁: Las medias de los valores son diferentes, por lo que si influye en la máxima densidad seca al adicionar cal y ceniza de cañihua.

Nivel de significancia

El nivel de significancia será de 5% puesto que el nivel de confianza utilizado es 95%.

Prueba estadística estimación del p-valor

Tabla 34. Prueba de homogeneidad de varianzas

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Máxima densidad seca			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
0,795	3	8	,530

Nota. Datos extraídos del SPSS

Tabla 35. Prueba de análisis de varianza

ANOVA

Máxima densidad seca	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,006	3	0,002	22,458	,000
Dentro de grupos	0,001	8	0,000		
Total	0,006	11			

Nota. Datos extraídos del SPSS

Tabla 36. Prueba post hoc – Tukey

Grupo (I)	Grupo (J)	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
0%Cal+0%CC	5%Cal+4%CC	-,01100	,497
	5%Cal+7%CC	-,03567*	,006
	5%Cal+10%CC	-,05600*	,000
5%Cal+4%CC	0%Cal+0%CC	,01100	,497
	5%Cal+7%CC	-,02467*	,044
	5%Cal+10%CC	-,04500*	,001
5%Cal+7%CC	0%Cal+0%CC	,03567*	,006
	5%Cal+4%CC	,02467*	,044
	5%Cal+10%CC	-,02033	,100
5%Cal+10%CC	0%Cal+0%CC	,05600*	,000
	5%Cal+4%CC	,04500*	,001
	5%Cal+7%CC	,02033	,100

Nota. Datos extraídos del SPSS

Lectura del P-valor y toma de decisión

P-valor $\geq \alpha$ (Se acepta H_0)

P-valor $< \alpha$ (Se acepta H_1)

Conclusión

En la Tabla 34 para la homogeneidad de varianzas nos resulta un p-valor de 0.530, el cual es mayor a la significancia, por lo que aceptamos la hipótesis nula donde nos indica que las homogeneidades son iguales.

En la Tabla 35, para la prueba de ANOVA tenemos un p-valor de 0.000, el cual es menor al valor de significancia 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis alterna, la cual nos menciona que las medias de la máxima densidad seca del suelo son diferentes, es decir, que al adicionar Cal con ceniza de cañihua influyen en los datos de densidad.

En la Tabla 36 tenemos la prueba post hoc de Tukey, en la cual nos muestran las diferencias significativas, es decir en qué nivel o dosificación se encuentran dichas diferencias mencionadas en el análisis de varianza ANOVA. Observamos en la dosificación de 5%Cal+10%CC una diferencia de medias de

-0.06 respecto a la muestra patrón, el cual es mayor al resto de dosificaciones, considerándose la dosificación óptima o la dosificación que más influye en el suelo patrón.

Prueba estadística para la capacidad de soporte california (CBR)

En la prueba estadística para la capacidad de soporte (CBR), como primer paso en la prueba de normalidad se plantea las siguientes hipótesis.

Planteamiento de Hipótesis

H₀: Los datos de la capacidad de soporte tienen una distribución normal

H₁: Los datos de capacidad de soporte no tienen una distribución normal

Nivel de significancia

El nivel de significancia será de 5% puesto que el nivel de confianza utilizado es 95%.

Prueba estadística estimación del p-valor

Se considera la prueba de Shapiro-Wilk debido a que los datos analizados son menores a 50.

Tabla 37. Prueba de normalidad

Adición de cal y Ceniza de Cañihua		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Capacidad de soporte	0%Cal+0%CC	,803	3	,122
	5%Cal+4%CC	,855	3	,253
	5%Cal+7%CC	,750	3	,000
	5%Cal+10%CC	,996	3	,878

Nota. Datos extraídos del SPSS

Lectura del P-valor y toma de decisión

P-valor $\geq \alpha$ (Se acepta H₀)

P-valor $< \alpha$ (Se acepta H₁)

Conclusión

Los valores de significancia (P valor) de la capacidad de soporte son mayores a 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis nula que nos menciona que los datos tienen una distribución normal, por lo tanto, utilizaremos una prueba estadística

paramétrica, en este caso la prueba de análisis de varianza ANOVA de un factor.

Prueba análisis de varianza ANOVA

Formulación de la hipótesis estadística

H₀: Las medias de la capacidad de soporte son iguales, por lo que no influye al adicionar Cal y ceniza de cañihua en el suelo.

H₁: Las medias de la capacidad de soporte son diferentes, por lo que si influye al adicionar Cal y ceniza de cañihua en el suelo.

Nivel de significancia

El nivel de significancia será de 5% puesto que el nivel de confianza utilizado es 95%.

Prueba estadística estimación del p-valor

Tabla 38. Prueba de homogeneidad de varianzas

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Capacidad de soporte			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
3,036	3	8	,093

Nota. Datos extraídos del SPSS

Tabla 39. Prueba de análisis de varianza

ANOVA					
Capacidad de soporte	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	16,509	3	5,503	22,310	,000
Dentro de grupos	1,973	8	0,247		
Total	18,482	11			

Nota. Datos extraídos del SPSS

Tabla 40. Prueba post hoc – Tukey

Grupo (I)	Grupo (J)	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
0%Cal+0%CC	5%Cal+4%CC	-,96667	,158
	5%Cal+7%CC	-2,30000*	,002
	5%Cal+10%CC	-3,03333*	,000
5%Cal+4%CC	0%Cal+0%CC	,96667	,158

	5%Cal+7%CC	-1,33333*	,044
	5%Cal+10%CC	-2,06667*	,004
5%Cal+7%CC	0%Cal+0%CC	2,30000*	,002
	5%Cal+4%CC	1,33333*	,044
	5%Cal+10%CC	-,733333	,336
5%Cal+10%CC	0%Cal+0%CC	3,03333*	,000
	5%Cal+4%CC	2,06667*	,004
	5%Cal+7%CC	,733333	,336

Nota. Datos extraídos del SPSS

Lectura del P-valor y toma de decisión

P-valor $\geq \alpha$ (Se acepta H_0)

P-valor $< \alpha$ (Se acepta H_1)

Conclusión

En la Tabla 38 para la homogeneidad de varianzas nos resulta un p-valor de 0.093, el cual es mayor a la significancia, por lo que aceptamos la hipótesis nula donde nos indica que las homogeneidades son iguales.

En la Tabla 39, para la prueba de ANOVA tenemos un p-valor de 0.000, el cual es menor al valor de significancia 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis alterna, la cual nos menciona que las medias de la capacidad de soporte son diferentes, es decir, que al adicionar Cal con ceniza de cañihua influyen en los datos de CBR.

En la Tabla 40 tenemos la prueba post hoc de Tukey, en la cual nos muestran las diferencias significativas, es decir en qué nivel o dosificación se encuentran dichas diferencias mencionadas en el análisis de varianza ANOVA. Observamos en la dosificación de 5%Cal+10%CC una diferencia de medias de -3.03 respecto a la muestra patrón, el cual es mayor al resto de dosificaciones, considerándose la dosificación óptima o la dosificación que más influye en el suelo patrón.

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se obtuvieron los resultados con las dosificaciones de cal (C) y ceniza de cañihua (CC) en 5%C + 4%CC, 5%C + 7%CC y 5%C + 10%CC, el promedio del índice de plasticidad del suelo patrón es de 17.02% y se reducen en 1.12%, 2.53% y 3.35% según corresponde. El promedio de la densidad máxima seca del suelo patrón es 1.809 gr/cm³ y se incrementa en 0.011, 0.036 y 0.056 gr/cm³ según corresponde. El promedio de la capacidad de soporte (CBR) al 95% de la máxima densidad seca del suelo patrón es 9.1% y se incrementa en 1%, 2.3% y 3% según corresponda. El índice plástico resultó que se reduce la plasticidad respecto al suelo patrón en los suelos arcillosos ya que se presentó un alto porcentaje y está en relación con la dosificación, la compactación le resulto mucho mejor para la densidad máxima seca, en cuanto al CBR pudo mejorar moderadamente respecto al suelo patrón. Donde coinciden con los resultados de Guia (2021), demostró que se obtuvo un índice de plasticidad de 12% del suelo patrón y se incrementa en 2%, 3% y 1% para las dosificaciones de ceniza de quinua en 4%, 6% y 8%, según corresponde. Su máxima densidad seca se obtuvo 1.896 gr/cm³ del suelo patrón y se incrementa en 0.008, 0.032 y 0.031 gr/cm³ según corresponde. el CBR al 95% de la máxima densidad seca es de 8.4% concerniente al suelo patrón y se incrementó en 6.3%, 29.8% y 28.4% de la dosificación de 4%, 6% y 8% a lo que corresponde, en caso del índice plástico resultó que se mantiene de plasticidad media para suelo arcillosas en relación de la dosificación, en la compactación le resulto mucho mejor para la densidad máxima seca, el CBR mejoró significativamente respecto al suelo patrón. Y además coinciden con los resultados de Almonacid (2019) donde demostró que en sus resultados con las dosificaciones de cal (C) y ceniza de quinua (CQ) en 5%C + 10%CQ, 7%C + 15%CQ y 5%C + 20%CQ, el índice de plasticidad del suelo patrón es 6.41% y se incrementan en 1.5%, 2.83 y 0.26% según corresponda. En la densidad máxima seca del suelo patrón es 1.91 gr/cm³ y se incrementa en 0.07, 0.17 y 0.01 gr/cm³ según corresponda. En la capacidad de soporte (CBR) al 95% de la máxima densidad seca del suelo patrón es 11.80% y se incrementa en 0.9%, 7.2% y 3.2% según corresponda. El índice plástico resultó que se mantiene la plasticidad baja respecto al suelo patrón en los suelos arcillosas y está en relación con la dosificación, la

compactación le resulto mucho mejor para la densidad máxima seca, en cuanto al CBR pudo mejorar moderadamente respecto al suelo patrón.

A medida que las propiedades de ceniza de quinua y cañihua son de características similares, en la estabilización con cal y ceniza de quinua en el índice plástico no reduce la plasticidad todo lo contrario lo altera con respecto a su dosificación ascendente, en cuanto la estabilización con cal y la ceniza de cañihua reducen la plasticidad de manera a que se proporciona mayor porcentaje de ceniza de cañihua. Además en la compactación se obtiene mejores resultados en la densidad máxima seca estabilizando con cal y ceniza de cañihua que superan a la estatización con cal y ceniza de quinua. En la capacidad de soporte CBR la estabilización con cal y ceniza de quinua obtuvieron mejores resultados que con la estabilización de cal y ceniza de cañihua todo respecto a sus dosificaciones.

VI. CONCLUSIONES

Responde al primer objetivo de esta investigación donde se determinó el índice de plasticidad con valores promedios, el suelo patrón resultó 17.56% y se reducen en 1.12%, 2.53% y 3.35% para las dosificaciones de cal (C) y ceniza de cañihua (CC) en 5%C + 4%CC, 5%C + 7%CC y 5%C + 10%CC según corresponde, por ello se entendió que a mayor porcentaje de adición reduce la plasticidad de los suelos arcillosos en el tramo estudiado de Caracoto a Suches.

Responde al segundo objetivo de esta investigación donde se determinó por el ensayo de proctor modificado, el promedio de la densidad máxima seca del suelo patrón le resultó 1.809 gr/cm³ y se incrementa en 0.011, 0.036 y 0.056 gr/cm³ para las dosificaciones de cal (C) y ceniza de cañihua (CC) en 5%C + 4%CC, 5%C + 7%CC y 5%C + 10%CC según corresponde, se puede afirmar que al adicionar mayor porcentaje de la dosificación de cal y ceniza de cañihua influye de manera positiva en la compactación y se obtiene un incremento en la máxima densidad seca.

Responde al tercer objetivo de esta investigación donde se determinó la capacidad de soporte del suelo CBR al 95% de la máxima densidad seca, el suelo patrón resultó 9.1% y se incrementa en 1%, 2.3% y 3% para las dosificaciones de cal (C) y ceniza de cañihua (CC) en 5%C + 4%CC, 5%C + 7%CC y 5%C + 10%CC según corresponda, al adicionar mayor porcentaje de la dosificación de cal y ceniza de cañihua influye de manera positiva, incrementado la capacidad de soporte en la subrasante.

Responde al cuarto objetivo de esta investigación donde se estableció el óptimo porcentaje de dosificación de cal (C) y ceniza de cañihua (CC) donde se obtuvo el mayor resultado en las propiedades de la subrasante y es el porcentaje de 5%C + 10%CC.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de cal y ceniza de cañihua para estabilizar los suelos arcillosa ya que a medida que la dosificación aumenta y el índice de plasticidad reduce lo cual es muy bueno donde existe mayor humedad en los suelos.

Se recomienda el uso de cal y ceniza de cañihua para estabilizar la subrasante debido a que se comprobó para la compactación incrementó la máxima densidad seca y eso indica que también que la capacidad de soporte en la subrasante se incrementa.

Se recomienda que en la dosificación óptima establecida de 5% de cal + 10% de ceniza de cañihua en la presente investigación, pueden ser usadas para futuras investigaciones con la finalidad de obtener resultados óptimos en las propiedades de la subrasante usando mayores porcentajes que se usó en la presente investigación, sabiendo que los resultados están en tendencia ascendente y no se conoce el límite de resistencia que podría alcanzar.

Para investigaciones futuras se recomienda que el uso de ceniza de cañihua se podría combinar con otros productos ya que sus propiedades pueden mejorar los suelos cohesivos.

Se recomienda la presente investigación para el uso de proyectos nuevos y estudios en las vías afirmadas que se encuentra en deterioro, con el fin de mejorar las propiedades a nivel de una subrasante que se encuentran deficientes.

Por último se recomienda que el uso de cal y en especial la ceniza de cañihua solo se puede aplicar en lugares donde abunda mayor cantidad de cañihua, en la región Puno es recomendable el uso del material debido a que existe en abundancia la cañihua.

REFERENCIAS

1. **MORALES, Daniel.** *Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas.* Universidad de Medellín. Medellín - Colombia: s.n., 2015.
2. **CHAVARRY, Carlos, FIGUEROA, Rosario y REYNAGA, Rossy.** *Estabilización química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas.* 46, Lima: Polo del Conocimiento, 2020, Vol. 5. ISSN: 2550-682X.
3. **ROMERO, Rocío y SAÑAC, Cynthia.** *Evaluación comparativa de la capacidad de soporte y densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentajes, en san judas chico - cusco.* cusco: Universidad Andina del Cusco, 2016. s. n.
4. **PARRA, Manuel Gerardo.** *Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante.* Universidad Católica de Colombia. Bogotá - Colombia: s.n., 2018.
5. **CASTILLO, B. F.** *Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con Valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como Subrasantes en Carreteras.* Universidad Católica de Ecuador. Cuenca - Ecuador: s.n., 2017.
6. **GUIA, Mario J.** *Mejoramiento de Subrasante mediante la adición de ceniza de quinua en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno, 2021.* Universidad de César Vallejo. Lima – Perú: s.n., 2021.
7. **ALMONACID, Ivan M.** *Estabilización de subrasante mediante cal y ceniza de quinua en suelos del centro poblado Viñas, Tayacaja, Huancavelica.* Universidad Peruana los Andes. Huancayo - Perú: s.n., 2019.
8. **IKEAGWUANI, C.C., PROMESAS, I. N. y AGUNWAMBA, J.C.** *Estabilización de subrasante de suelo de algodón negro utilizando ceniza de aserrín y cal.* 1, Nigeria: s.n., febrero de 2019, ScienceDirect, Vol. 59, págs. 162-175.
9. **CAÑAR, Edwin S.** *Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinados con cenizas de carbón.* Universidad Técnica de Ambato. Ambato – Ecuador: s.n., 2017.
10. **KARAMI, Hadi, y otros.** *Use of secondary additives in fly ash-based soil stabilization for soft subgrades.* Australia: s.n., May de 2021, ScienceDirect, Vol. 29.
11. **ANGULO, Mariselva y ZAVALITA, Cintia N.** *Estabilización de suelos arcillosos con cal para el mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas como capa de rodadura en la prolongación Navarro Cauper, distrito San Juan – Maynas – Iquitos, 2019.* Universidad Científica del Perú. Loreto - Perú: s.n., 2020.

12. **HUANCOILLO, Yuniór J.** *Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané –Chupa –Puno.* Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú: s.n., 2017.
13. **GONZALES, Flor M.** *Análisis experimental de suelos estabilizados con ceniza volante, cemento y cal para subrasante mejorada de pavimentos en la ciudad de Puno.* Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Puno – Perú: s.n., 2018.
14. **ZAPATA, Rodrigo.** *Caracterización de suelos arcillosos y limosos.* Universidad Nacional de Rosario. Rosario - Argentina: s.n., 2018.
15. **CULMA, Angie C. y ROJAS, Faindry J.** *Caracterización mineralógica y física de los agregados de la cantera Rodeb y Acopios, aplicada a concretos y filtros.* Universidad Santo Tomas. Bogotá - Colombia: s.n., 2018.
16. **PÉREZ, Werner Y. y TORRES, Johel.** *Estudio de la cal y el cloruro de sodio como agentes estabilizadores de suelos arcillosos en propiedades como la resistencia y expansividad.* Universidad de Santander. Bucaramanga - Colombia: s.n., 2015.
17. **TORRES, Juana G.** *Efecto Comparativo de las Variaciones Producidas en los Constituyentes Funcionales y Capacidad Antioxidante durante el Procesamiento de Harinas Tostadas de Quinoa, Cañihua y Kiwicha.* Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco - Perú: s.n., 2019. pág. 31.
18. **RONDÓN, H. y REYES, F.** *Pavimentos, materiales, construcción y diseño.* Bogotá - Colombia: Ecoe ediciones, 2015.
19. **BELTRÁN, M. y COPADO, J.** *Estabilización de un suelo arcilloso con cal hidratada, para ser utilizada como capa subrasante de pavimentos en la colonia San Juan Capistrano de Ciudad Obregón.* Obregon - México: s.n., 2011.
20. **MTC.** *Manual de Carreteras, Suelos Geología Geotécnica y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos.* Lima - Perú: ICG., 2014.
21. **LEÓN, K.** *Funcionalidad del aditivo sólido Rocatech 70/30 como aglomerante para una base estabilizada con la Tecnología Proes en el proyecto Red Vial N°3 - Cusco.* Universidad Continental. Huancayo - Perú: s.n., 2016. págs. 1-20.
22. **MONTEJO, A.** *Ingeniería de pavimentos para carreteras.* Bogotá - Colombia: Segunda Ed. Ediciones y publicaciones Universidad Católica de Colombia, 2002.
23. **LOYOLA, Christian, RIVAS, Juan y GACITÚA, María J.** *Permeabilidad del suelo de la cuenca del río Chillán, entre Estero Peladillas y río Ñuble, Chile.*

- 1, Región del Bio-Bío - Chile: s.n., abril de 2014, Revista Colombiana de Geografía, Universidad del Bío-Bío, Vol. 24.
24. **RIVERA, Jhonathan F., y otros.** *Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión)*. 2020.
25. **SERRANO, Erika J. y PADILLA, Edgar A.** *Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados*. 1, Bogotá - Colombia: s.n., 30 de noviembre de 2019, Revista Ingeniería Solidaria, Vol. 25.
26. **RAJ, P. P.** *Ground improvement techniques*. [ed.] National Conference on Advances in Geotechnical. 2005, NCAG, págs. 35-42.
27. **NUÑES, D.** *Elección y dosificación del conglomerante en estabilización de suelos*. Obregón Sonora: s.n., 2011.
28. **ALCIVAR, Arely L.** *Métodos para determinar granulometría de los suelos*. 1, Manabí - Ecuador: s.n., octubre de 2020, Universidad Técnica de Manabí, Vol. 1.
29. **MORENO, José M. y ALONZO, Jacinto.** *Un método preciso, rápido y sencillo para determinar el límite plástico y la consistencia de los suelos*. La Coruña - España: s.n., octubre de 2016, Dialnet, págs. 139-146.
30. **MOALE, Alexandra B. y RIVERA, Ebdy J.** *Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima - Perú: s.n., 2019. págs. 30-35.
31. **ROJAS, Marcelo.** *Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación*. 1, Ica - Perú: s.n., 2015, Redayc - Redvet, Vol. 16, págs. 1 - 14.
32. **RAMOS, Carlos.** *Los alcances de una investigación*. 3, Quito - Ecuador: s.n., Julio - diciembre de 2020, CienciAmérica, Vol. 9.
33. **FERNÁNDEZ, Paula, y otros.** *Validez Estructurada para una investigación cuasi-experimental de calidad. Se cumplen 50 años de la presentación en sociedad de los diseños cuasi-experimentales*. 2, Oviedo - España: Ministerio Español de Ciencia e Innovación, mayo de 2014, Scielo, Vol. 30.
34. **TORRES, Paul A.** *Acerca de los enfoques cuantitativo y cualitativo en la investigación educativa cubana actual*. 34, Matanzas - Cuba: Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, 2016, Redalyc, Vol. 2, págs. 1-15.
35. **VENTURA, José L.** *¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria*. 4, Ciudad de La Habana: s.n., octubre - diciembre de 2017, Scielo, Revista Cubana de Salud Pública, Vol. 43.

36. **ARIAS, Jesús, VILLASÍS, Miguel Á. y MIRANDA, María G.** *El protocolo de investigación III: la población de estudio.* 2, Ciudad de México: s.n., abril-junio de 2016, Redalyc Revista Alergia México, Vol. 63, págs. 201-206.
37. **CARRASCO, S.** *Metodología de la investigación científica.* Lima: San Marcos, 2007.
38. **PULIDO, Marta.** *Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica.* 1, Maracaibo - Venezuela: s.n., 2015, Redalyc, Vol. 31, págs. 1137-1156.
39. **SÁNCHEZ, Maream, FERNÁNDEZ, Mariela y DÍAZ, Juan.** *Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo.* 2015, U.
40. **ASTM D2216.** Laboratory determination of water (Moisture) content of soil and rock by mass. EE.UU: ASTM International, 2010.
41. **ASTM D422.** Standard test method for particle - size analysis of soils. EE.UU: ASTM International, 2007.
42. **MTC.** Manual de ensayo de materiales. Lima: Perú progreso para todos, 2016.
43. **ASTM D 4318.** Método estándar de ensayo para límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad de suelos. EE.UU: ASTM International, 2005.
44. **ASTM D1557.** Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort. EE.UU: ASTM International, 2007.
45. **ASTM D1883.** Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted soils. EE.UU: ASTM International, 2005.
46. **APOLINARES, Alex E.** *Estabilización de la sub-rasante con la incorporación de ceniza vegetal, Jauja.* Universidad Peruana los Andes. Huancayo – Perú: s.n., 2018.

ANEXOS

Anexo 01. Operacionalización de Variables

“Evaluación de las Propiedades de Subrasante Estabilizada con Cal Viva y Ceniza de Cañihua en la Vía Caracoto - Suches, Puno 2022”

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
V.I. Estabilización con Cal Viva y Ceniza de Cañihua	La cal viva es usada como agente estabilizante, lo cual trabaja como compuesto químico para contrarrestar la humedad. Y por otro lado la ceniza de cañihua conocida como material puzolánico o cementante lo cual también tiene la función de reducir la humedad, está formada de los tallos y hojas de cañihua.	La cal viva y la ceniza de cañihua actúan como estabilizante principalmente en reducir la humedad y aumentar en las propiedades mecánicas como máxima densidad seca y obtener una capacidad de soporte (CBR) adecuada lo cual unificará los suelos arcillosos y limos estabilizando.	Dosificación	Ceniza de Cañihua 4%, 7% y 10% Cal Viva 5%	Fichas de porcentajes de dosificaciones	Razón
V.D. Propiedades de Subrasante	La subrasante es conocida como la base superficial donde resiste la estructura del pavimento, lo principal que se considera son las propiedades físico mecánicas del suelo natural o incorporado con productos químicos.	Desarrollando la variable dependiente se incorpora agentes estabilizantes para mejorar sus propiedades, será estabilizado y se medirán por medio de ensayos de laboratorio en contenido de humedad, granulometría, límites de consistencia, máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y el CBR.	Límites de consistencia Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad Capacidad de soporte.	(%) (gr/cm ³) y (%) (%)	Fichas de recolección de datos para cada ensayo proporcionados por el laboratorio	Razón

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Anexo 02. Matriz de Consistencia

“Evaluación de las Propiedades de Subrasante Estabilizada con Cal Viva y Ceniza de Cañihua en la Vía Caracoto - Suches, Puno 2022”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	METODOLOGÍA
¿Qué efectos tiene la estabilización de los suelos con la aplicación de cal viva y ceniza de cañihua en las propiedades de la subrasante, Caracoto – Suches, región Puno, 2022?	Determinar los efectos que tiene la estabilización del suelo con cal viva y ceniza de cañihua en las propiedades de la subrasante, Caracoto – Suches, región Puno, 2022.	La estabilización del suelo con la aplicación de cal viva y ceniza de cañihua influye significativamente en las propiedades de la subrasante, Caracoto – Suches, región Puno, 2022.	VI Estabilización con Cal Viva y Ceniza de Cañihua	Dosificación	Ceniza de Cañihua 4%, 7% y 10%	<p>Enfoque Cuantitativo</p> <p>Diseño de investigación Cuasi-experimental</p> <p>Nivel de Investigación Explicativo</p> <p>Tipo de Investigación Aplicada</p> <p>Población Vías a nivel de Trochas Carrozables del distrito de Caracoto Caracoto 0+000 a Suches 5+900 ubicada en el distrito de Caracoto</p> <p>Muestra Vía Caracoto – Suches (2 km) (3 calicatas)</p> <p>Técnica de recolección de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recolección de datos preliminares • Obtención de materiales a incorporar • Realización de calicatas • Extracción de muestras • Ensayos de laboratorio • Análisis de resultados • Interpretación de resultados <p>Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fichas de recolección de datos • Cotización y obtención de material a adicionar • Herramientas de apertura de calicatas • Formatos de campo • Equipos y herramientas de laboratorio • Software de análisis e interpretación de resultados.
¿Cuáles son los efectos que tiene la estabilización de la subrasante con cal viva y ceniza de cañihua en límites de consistencia?	Determinar los efectos que tiene la estabilización de la subrasante con cal viva y ceniza de cañihua en límites de consistencia.	La estabilización de la subrasante con la aplicación de cal viva y ceniza de cañihua influye significativamente mejorando en límites de consistencia.			Límites de consistencia	
¿Cuáles son los efectos que tiene la estabilización de la subrasante con cal viva y ceniza de cañihua en la densidad máxima seca?	Determinar los efectos que tiene la estabilización de la subrasante con cal viva y ceniza de cañihua en la densidad máxima seca.	La estabilización de la subrasante con la aplicación de cal viva y ceniza de cañihua influye significativamente mejorando en la densidad máxima seca.		optimo contenido de humedad		
¿Cuáles son los efectos que tiene la estabilización de la subrasante con cal viva y ceniza de cañihua en el CBR?	Determinar los efectos que tiene la estabilización de la subrasante con cal viva y ceniza de cañihua en el CBR.	La estabilización de la subrasante con la aplicación de cal viva y ceniza de cañihua influye significativamente mejorando en el CBR.		VD Propiedades de Subrasante	Máxima densidad seca y	
¿Cuál es el óptimo porcentaje de incorporación de cal viva y ceniza de cañihua en las propiedades para estabilizar la subrasante?	Establecer el óptimo porcentaje de incorporación de cal viva y ceniza de cañihua en las propiedades para estabilizar la subrasante.	El óptimo porcentaje de incorporación de Cal Viva y ceniza de cañihua en las propiedades para estabilizar la subrasante, es de 7% de ceniza de cañihua y 5% de cal viva.	Capacidad de soporte		(CBR %)	

Anexo 03. Ficha técnica de validación de instrumentos



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
CARTA DE PRESENTACION

Puno, 13 de mayo de 2022

Señor
Ing. HELARF FERRER CALSINA CONDORI
PRESENTE -

Asunto: validación de instrumentos

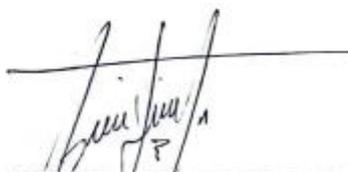
De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente, así mismo hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la Universidad Cesar Vallejo Filial Cono Norte – Lima, requiero validar instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi proyecto de investigación, con lo cual optare el título de Ingeniería Civil.

El título de mi proyecto de investigación es: Efectos de la estabilización con cal viva y ceniza de cañihua en las propiedades de la subrasante, carretera Caracoto– Suches, Puno, 2022, siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos con la cual realizare mis ensayos de laboratorio, razón por la cual he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

Sin otro particular, expresándole mis sentimientos de respeto y estima personal, me despido de Usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



Bach. NELSON ÁNDER CALDERON LOPEZ
47538029



ESP. EN ELABORACIÓN DE PROYECTOS
Helarf Ferrer Calsina Condori
INGENIERO CIVIL
CIP. 133021
Recib. 13-05-22
12:33 Pm.

INFORME DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Calsina Condori Helorf Ferrer.
 Institución donde labora : Gobierno Regional - Puno
 Especialidad : Inq. Civil
 Instrumento de validación : Limites de consistencia.
 Autor del instrumento : _____

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguajes apropiados y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <u>Indef.</u> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento refleja vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológica innovación y legal inherente a la variable: <u>Independiente.</u>				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <u>Independiente.</u>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						45

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Lima, 14 de Mayo del 2022



 ESP. EN ELABORACIÓN DE PROYECTOS
Helorf Ferrer Calsina Condori
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 133021

INFORME DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Calsina Condori Helarf. Ferrer
 Institución donde labora : Gobierno Regional - Puno.
 Especialidad : Inga Civil
 Instrumento de validación : Proctor modificado.
 Autor del instrumento : _____

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguajes apropiados y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <u>indep.</u> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento refleja vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológica innovación y legal inherente a la variable: <u>Independiente.</u>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <u>Independiente.</u>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.			X		
PUNTAJE TOTAL					43	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Lima, 14 de mayo del 2022



INFORME DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Calsina Condori Helarf. Ferrer.
 Institución donde labora : Gob. Regional - Puno.
 Especialidad : Ing. Civil.
 Instrumento de validación : C.B.R.
 Autor del instrumento : _____

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguajes apropiados y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <u>Indep.</u> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento refleja vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológica innovación y legal inherente a la variable: <u>Independiente.</u>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <u>Independiente.</u>				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						46

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


ESP. EN ELABORACIÓN DE PROYECTOS
Helarf Ferrer Calsina Condori
INGENIERO CIVIL
CIP. 133021

Lima, 14 de mayo del 2022

INFORME DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Calisna Condori Helarf Ferrer,
 Institución donde labora : Gobierno Regional - Puno.
 Especialidad : Ing Civil.
 Instrumento de validación : Granulometria.
 Autor del instrumento : _____

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguajes apropiados y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <u>Indep.</u> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.			X		
ACTUALIDAD	El instrumento refleja vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológica innovación y legal inherente a la variable: <u>Independiente</u> .					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.			X		
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <u>Independiente</u> .			X		
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL						44

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


ESP. EN ELABORACIÓN DE PROYECTOS
Helarf Ferrer Calisna Condori
INGENIERO CIVIL
CIP. 133021

Lima, 14 de mayo del 2022

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
CARTA DE PRESENTACION

Puno, 13 de mayo de 2022

Señor
Dr.Ing. NESTOR ALEJANDRO CRUZ CALAPUJA
PRESENTE. -

Asunto: validación de instrumentos

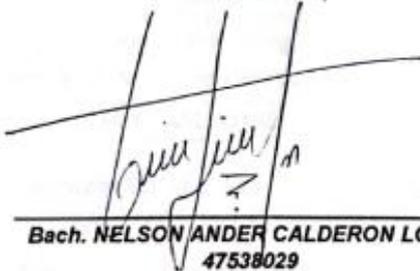
De mi mayor consideración:

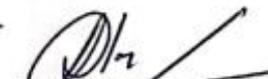
Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente, así mismo hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la Universidad Cesar Vallejo Filial Cono Norte – Lima, requiero validar instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi proyecto de investigación, con lo cual optare el título de Ingeniería Civil.

El título de mi proyecto de investigación es: **Efectos de la estabilización con cal viva y ceniza de cañihua en las propiedades de la subrasante, carretera Caracoto– Suches, Puno, 2022**, siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos con la cual realizare mis ensayos de laboratorio, razón por la cual he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

Sin otro particular, expresándole mis sentimientos de respeto y estima personal, me despido de Usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,


Bach. NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
47538029


Dr. Ing. Nestor Alejandro Cruz Calapuja
ING. CIVIL - CIENCIAS E INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
COLGIO DE INGENIEROS DEL PERU REG. N° 119497
Recibido 13-05-22
Hora: 10:00 am.

INFORME DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Cruz Calapuja Nestor Alejandro.
 Institución donde labora : Gobierno Regional - Puno.
 Especialidad : Ciencias ingeniería Civil Ambiental.
 Instrumento de validación : límites de consistencia
 Autor del instrumento : _____

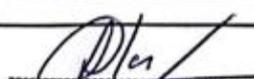
II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguajes apropiados y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <u>Indep.</u> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento refleja vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológica innovación y legal inherente a la variable: <u>Independiente.</u>			X		
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <u>Independiente.</u>				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						43

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD



 Dr. Ing. Nestor Alejandro Cruz Calapuja
 ING. CIVIL - CIENCIAS INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU REG. N° 119487

Lima, 14 de mayo del 2022

INFORME DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Nestor Alejandro Cruz Calapuja
 Institución donde labora : Gobierno Regional - Puno
 Especialidad : Ciencias e ingeniería civil Ambiental
 Instrumento de validación : Proctor
 Autor del instrumento : _____

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguajes apropiados y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <u>Indep.</u> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento refleja vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológica innovación y legal inherente a la variable: <u>Independiente.</u>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <u>Independiente.</u>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL						45

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Lima, 14 de mayo del 2022



 Dr. Ing. NESTOR Alejandro Cruz Calapuja
 ING. CIVIL - CIENCIAS E INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ REG. N° 119487

INFORME DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Cruz Calapuja Nestor Alejandro
 Institución donde labora : Gobierno Regional - Puno.
 Especialidad : Ciencias e ing. Civil Ambiental.
 Instrumento de validación : C. B. R.
 Autor del instrumento : _____

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguajes apropiados y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <u>indep.</u> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento refleja vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológica innovación y legal inherente a la variable: <u>Independiente.</u>				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <u>Independiente.</u>				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						45

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


 Dr. Ing. Nestor Alejandro Cruz Calapuja
 ING. CIVIL - CIENCIAS E INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU REG. N° 129497

Lima, 14 de mayo del 2022

INFORME DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Cruz Calapuja Nestor Alejandro.
 Institución donde labora : Gobierno Regional - Puno
 Especialidad : Ciencias e ingeniería civil Ambiental
 Instrumento de validación : Granulometría.
 Autor del instrumento : _____

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguajes apropiados y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <u>Inoef.</u> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento refleja vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológica innovación y legal inherente a la variable: <u>Independiente.</u>				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.			X		
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <u>Independiente</u>				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL						43

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


 DC Ing. Nestor Alejandro Cruz Calapuja
 ING. CIVIL - CIENCIAS E INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU REG. N° 119497

Lima, 14 de mayo del 2022

Anexo 04. Certificados de resultados de laboratorio

Calicata 1



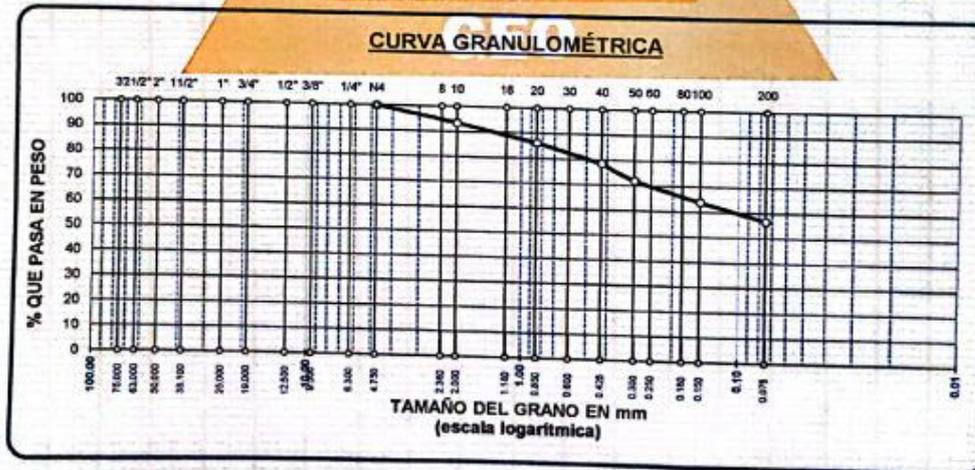
TRIPLE GEO S.R.L. LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 Calidad y Experiencia Geología - Geofísica - Geotecnia

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA, CARACOTO - SUCHEs, PUNO 2022
 SOLICITANTE : BACHILLER. NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
 UBICACIÓN : CARACOTO SUCHEs
 MUESTRA : CALICATA N°1 - MARGEN DERECHO, COORDENADAS. 15.531916 - 70.061637 (Km 3+300)
 PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.50 m.
 FECHA : 9 DE JUNIO DEL 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 250.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 108.23
2"	50.000						P.P.= 141.77
1 1/2"	38.100						% w = 11.94
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L.= 33.17
1/2"	12.500						L.P.= 18.74
3/8"	9.500						L.P.= 16.44
1/4"	6.300						
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360						D10= — Cu= —
No10	2.000	16.21	6.48	6.48	93.52		D30= — Cc= —
No16	1.180						D60= 0.11
No20	0.850	18.58	7.43	13.92	86.08		
No30	0.600						CLASIFICACIÓN:
No40	0.425	18.83	7.45	21.37	78.63		I.G. = :
No 50	0.300	16.49	6.50	27.96	72.04		SUCS : CL
No60	0.250						ASSTHO : A-6 (6)
No80	0.180						OBSERVACIONES:
No100	0.150	20.17	8.07	36.03	63.97		
No200	0.075	18.15	7.26	43.29	56.71		
BASE		141.77	56.71	100.00	0.00		
TOTAL		250.00	100.00				
% PERDIDA		58.71					



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

Elizabeth Cappa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 121350

UBR VII.A DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA, CARACOTO - SUCHES, PUNO 2022

SOLICITANTE : BACHILLER NELSON ANDER CALDERON LOPEZ

UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES

MUESTRA : CALICATA N°1 - MARGEN DERECHO, COORDENADAS 15 531916 - 70 091637 (Km 3+300)

PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.50 m

FECHA : 9 DE JUNIO DEL 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD
 ASTM - D - 2216 - MTC - E 108**

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	397.50
SUELO SECO + TARRO	gr	362.18
PESO DEL TARRO	gr	66.40
PESO DEL AGUA	gr	35.32
PESO DEL SUELO SECO	gr	295.78
HUMEDAD %	%	11.94

**LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
 ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90**

TARRO N°	LÍMITE LIQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
	M	N	M	N	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	39.18	38.96	17.84	18.13
SUELO SECO + TARRO	gr	35.62	35.10	16.84	17.09
PESO DEL TARRO	gr	24.85	23.62	10.88	10.86
PESO DEL AGUA	gr	3.56	3.86	1.00	1.04
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.77	11.48	5.96	6.23
HUMEDAD %	%	33.05	33.62	16.78	16.69
N° DE GOLPES		24	24		

LÍMITE LIQUIDO % : **33.17** **LÍMITE PLÁSTICO %** : **16.74**

ÍNDICE PLÁSTICO % : **16.44**

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Límite Líquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Número de Golpes


Elizabeth Ccopa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 ZIR 121150

¡ RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Geología - Geofísica - Geotecnia

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA, CARACOTO - SUCHES, PUNO 2022

SOLICITANTE : BACHILLER NELSON ANDER CALDERON LOPEZ

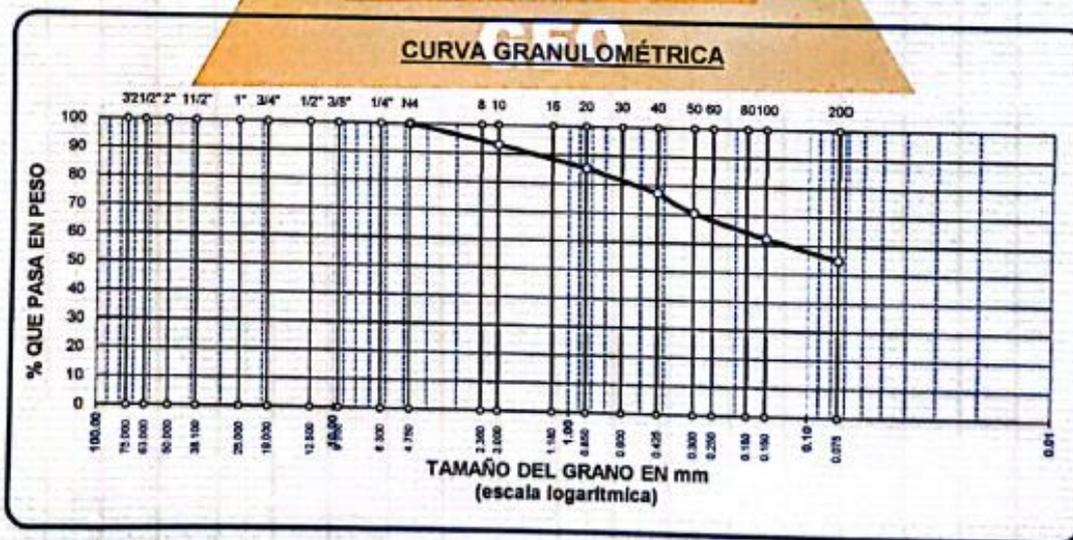
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES

MUESTRA : CALICATA N°1 - MARGEN DERECHO, COORDENADAS. 15.531916 - 70.061637 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 4 % CC

PROFUNDIDAD : Km 3+300.

FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2022.

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 250.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 112.44
2"	50.000						P.P.= 137.56
1 1/2"	38.100						% W = 11.94
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L.= 31.38
1/2"	12.500						L.P.= 15.44
3/8"	9.500						I.P.= 15.94
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		D10= — Cu= —
No8	2.360						D30= — Cc= —
No10	2.000	17.03	6.81	6.81	93.19		D60= 0.13
No16	1.180						CLASIFICACIÓN:
No20	0.850	19.21	7.68	14.50	85.50		I.G. = :
No30	0.600						SUCS : CL
No40	0.425	20.06	8.02	22.52	77.48		ASSTHO : A-6 (5)
No 50	0.300	17.11	6.84	29.36	70.64		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	21.09	8.44	37.80	62.20		
No200	0.075	17.84	7.18	44.98	55.02		
BASE		137.56	55.02	100.00	0.00		
TOTAL		250.00	100.00				
% PERDIDA		55.02					



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504

Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350



PROYECTO EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA, CARACOTO - SUCHES, PUNO 2022

SOLICITANTE BACHILLER, NELSON ANDER CALDERON LOPEZ

UBICACIÓN CARACOTO SUCHES

MUESTRA CALICATA N°1 - MARGEN DERECHO, COORDENADAS: 15 531916 - 70 061637 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 4 % CC

PROGRESIVA Km 3+300

PROFUNDIDAD 0.18 - 1.50 m

FECHA 10 DE JUNIO DEL 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108**

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	
SUELO SECO + TARRO	gr	
PESO DEL TARRO	gr	
PESO DEL AGUA	gr	
PESO DEL SUELO SECO	gr	
HUMEDAD %	%	

**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90**

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
		A	B	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	38.92	39.50	18.23	17.96
SUELO SECO + TARRO	gr	35.73	35.72	17.15	17.03
PESO DEL TARRO	gr	25.52	23.61	10.17	10.99
PESO DEL AGUA	gr	3.19	3.78	1.08	0.93
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.21	12.11	6.98	6.04
HUMEDAD %	%	31.24	31.21	15.47	15.40
N° DE GOLPES		26	26		

LÍMITE LÍQUIDO % : 31.38 LÍMITE PLÁSTICO % : 15.44

ÍNDICE PLÁSTICO % : 15.94

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Límite Líquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Número de Golpes




Elizabeth Copca Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121330

¡ RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO: EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA, CARACOTO - SUCHES, PUNO 2022

SOLICITANTE: BACHILLER. NELSON ANDER CALDERON LOPEZ

UBICACIÓN: CARACOTO SUCHES

MUESTRA: CALICATA N°1 - MARGEN DERECHO, COORDENADAS. 15 531916 - 70 061637 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 7 % CC

PROGRESIVA: Km 3+300.

PROFUNDIDAD: 0.18 - 1.50 m.

FECHA: 10 DE JUNIO DEL 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	75.000					
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					
1 1/2"	38.100					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500					
1/4"	6.300					
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	
No8	2.360					
No10	2.000	17.96	7.18	7.18	92.82	
No16	1.180					
No20	0.850	20.05	8.02	15.20	84.80	
No30	0.600					
No40	0.425	21.02	8.41	23.61	76.39	
No 50	0.300	16.99	6.80	30.41	69.59	
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	22.04	8.82	39.22	60.78	
No200	0.075	18.14	7.26	46.48	53.52	
BASE		133.80	53.52	100.00	0.00	
TOTAL		250.00	100.00			
% PERDIDA		53.52				

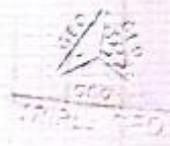
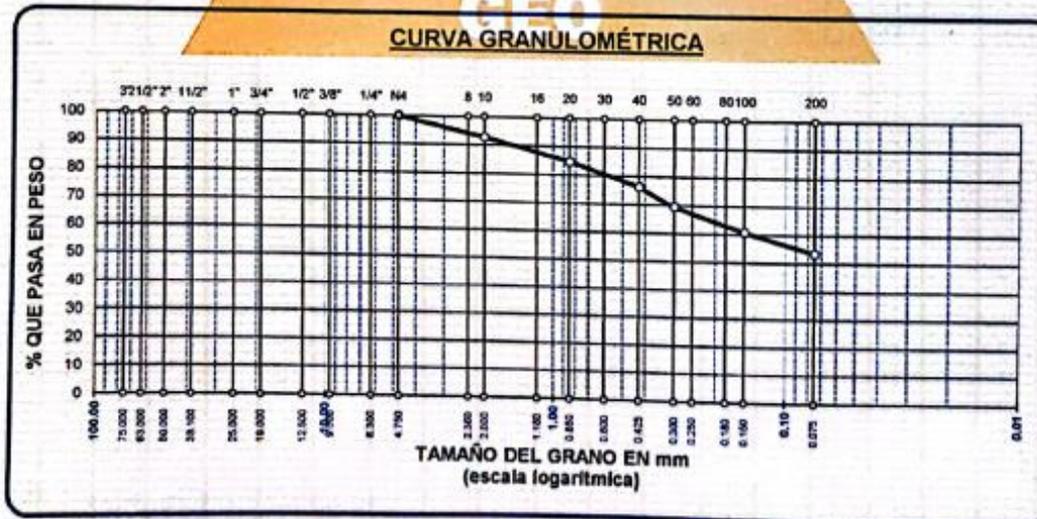
TAMAÑO MÁXIMO:
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
 P.I.= 250.00
 P.L.= 116.20
 P.P.= 133.80
 %W= 12.08

LIMITES DE CONSISTENCIA:
 L.L.= 28.61
 L.P.= 14.76
 I.P.= 13.85

CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
 D10= — Cu= —
 D30= — Cc= —
 D60= 0.14

CLASIFICACIÓN:
 I.G. = :
 SUCS : CL
 ASSTHO : A-6 (4)

OBSERVACIONES:



Elizabeth Coopa Gordillo
 Elizabeth Coopa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 EP. 121350



PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA, CARACOTO - SUCHE, PUNO 2022

SOLICITANTE : BACHILLER, NELSON ANDER CALDERON LOPEZ

UBICACIÓN : CARACOTO SUCHE

MUESTRA : CALICATA N°1 - MARGEN DERECHO, COORDENADAS. 15.531916 - 70.061637 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 7 % CC

PROGRESIVA : Km 3+300

PROFUNDIDAD : 0.15 - 1.50 m.

FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD
 ASTM - D - 2216 - MTC - E 108**

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	
SUELO SECO + TARRO	gr	
PESO DEL TARRO	gr	
PESO DEL AGUA	gr	
PESO DEL SUELO SECO	gr	
HUMEDAD %	%	

**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
 ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90**

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
		C	D	C	D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	41.18	41.53	17.19	16.90
SUELO SECO + TARRO	gr	37.73	37.78	17.06	16.11
PESO DEL TARRO	gr	25.47	24.53	16.17	10.81
PESO DEL AGUA	gr	3.45	3.75	0.13	0.79
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.26	13.25	0.89	5.30
HUMEDAD %	%	28.14	28.30	14.61	14.91
N° DE GOLPES		28	28		

LÍMITE LÍQUIDO % : 28.61 **LÍMITE PLÁSTICO %** : 14.76

ÍNDICE PLÁSTICO % : 13.85

LL = $W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Límite Líquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Número de Golpes


 Elizabeth Choza Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CP 121358



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Geología · Geofísica · Geotecnia

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO: EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE CARRETERA, CARACOTO - SUCHES, PUNO 2022

SOLICITANTE: BACHILLER. NELSON ANDER CALDERON LOPEZ

UBICACIÓN: CARACOTO SUCHES

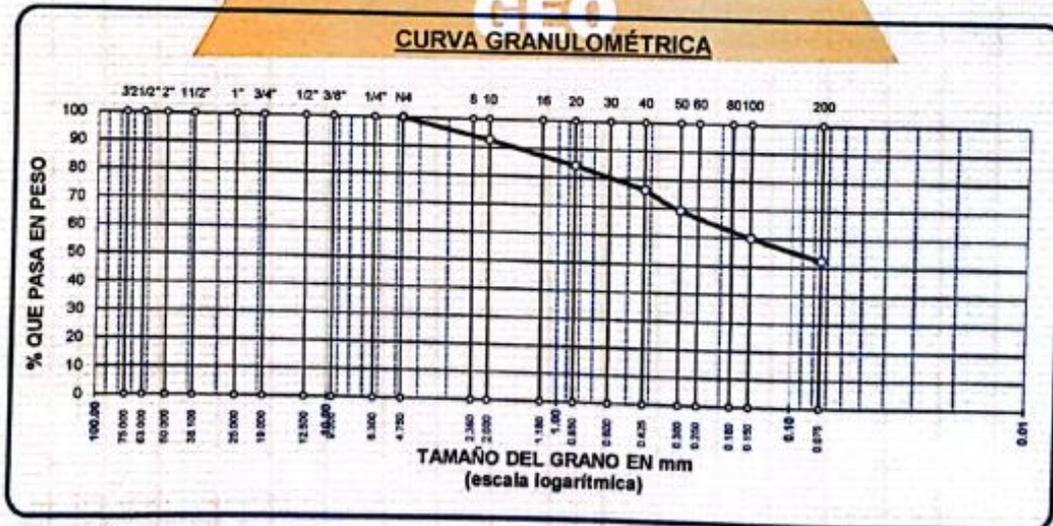
MUESTRA: CALICATA N°1 - MARGEN DERECHO, COORDENADAS. 15 531916 - 70 061637 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 10 % CC

PROGRESIVA: Km 3+300

PROFUNDIDAD: 0.18 - 1.50 m

FECHA: 10 DE JUNIO DEL 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.L.= 250.00
2"	50.000						P.L.= 118.78
1 1/2"	38.100						P.P.= 131.22
1"	25.000						%W= 10.75
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						L.L.= 25.94
3/8"	9.500						L.P.= 13.34
1/4"	6.300						I.P.= 12.60
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360						D10= — Cu= —
No10	2.000	18.06	7.22	7.22	92.78		D30= — Cc= —
No15	1.180						D60= 0.15
No20	0.850	20.98	8.39	15.62	84.38		CLASIFICACIÓN:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	19.88	7.67	23.49	76.51		SUCS : CL
No 50	0.300	17.83	7.13	30.82	69.38		ASSTHO : A-6 (4)
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	23.07	9.23	39.85	60.15		
No200	0.075	19.16	7.66	47.51	52.49		
BASE		131.22	52.49	100.00	0.00		
TOTAL		250.00	100.00				
% PERDIDA		52.49					



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



Elizabeth Copca Gordillo

Elizabeth Copca Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP: 121350



PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA, CARACOTO - SUCHES, PUNO 2022
SOLICITANTE : BACHILLER NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
MUESTRA : CALICATA N°1 - MARGEN DERECHO, COORDENADAS: 15 531916 - 70 061637 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 10 % CC
PROGRESIVA : Km 3+300
PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.50 m
FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108**

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	
SUELO SECO + TARRO	gr	
PESO DEL TARRO	gr	
PESO DEL AGUA	gr	
PESO DEL SUELO SECO	gr	
HUMEDAD %	%	

**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90**

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
TARRO N°		E	F	E	F
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	38.65	37.58	17.66	18.12
SUELO SECO + TARRO	gr	35.46	35.02	16.87	17.24
PESO DEL TARRO	gr	23.48	25.20	10.85	10.75
PESO DEL AGUA	gr	3.19	2.56	0.79	0.88
PESO DEL SUELO SECO	gr	11.98	9.82	6.02	6.49
HUMEDAD %	%	26.63	26.07	13.12	13.56
N° DE GOLPES		22	22		

LÍMITE LÍQUIDO % : **25.94** **LÍMITE PLÁSTICO %** : **13.34**

ÍNDICE PLÁSTICO % : **12.60**

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Límite Líquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Número de Golpes


Elizabeth Copca Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350

¡ RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



TRIPLE GEO S.R.L.

Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Geología - Geofísica - Geotecnia

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022

SOLICITANTE : BACHILLER, NELSON ANDER CALDERON LOPEZ

UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES

MUESTRA : CALICATA N° 1 MARGEN DERECHO - COORDENADAS, 15.531918 - 70.0616637

FECHA : 12/06/2022

PROGRESIVA : Km 3+300

PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.50m

DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE (A)	928	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
METODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3947	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5754	5934	5880	5750
P. DEL MOLDE	gr.	3947	3947	3947	3947
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1817	1987	1933	1813
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1.958	2.142	2.084	1.955

No	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	295.25	290.17	402.66	350.62	319.58	308.76	386.04
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	281.91	272.35	348.49	330.14	274.00	265.41	324.58
PESO DE TARA	gr.	64.74	65.05	63.44	64.66	65.69	65.90	64.22
PESO DEL AGUA	gr.	34.34	27.82	64.47	50.48	44.98	43.35	61.46
PESO DE SUELO SECO	gr.	197.17	197.30	285.05	265.48	207.91	199.51	260.36
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	17.42%	17.89%	19.11%	19.01%	21.63%	21.73%	23.61%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	17.85%		19.08%	21.60%		23.49%	
DENSIDAD DE SUELO SECO	gr/cm ³	1.804		1.738	1.713		1.683	

RESULTADOS	
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.804 gr/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	19.55%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER



Emil
Elizabeth Copá Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 121350



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

(MTC E 132 / ASTM D-1583)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑERÍA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
SOLICITANTE : BACHILLER NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
MUESTRA : CALICATA N° 1 MARGEN DERECHO - COORDENADAS. 15.531916 - 70.0619537
PROGRESIVA : Km 3-300
FECHA : 12/06/2022
PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.50m

MOLDE N° CAPAS SOLTES POR CAPA N° CONDICIÓN DE MUESTRA	UNID	5		6		8	
		55		26		12	
		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr	11992	12030	11909	12040	11803	11948
PESO DEL MOLDE	gr	7434	7434	7556	7556	7620	7620
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm ³	2127	2127	2124	2124	2125	2125
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr	4558	4602	4353	4484	4183	4328
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm ³	2.143	2.164	2.049	2.111	1.968	2.037
TARRO N°		A-10	1	A-11	2	A-12	3
TARRO + SUELO HUMEDO	gr	296.17	308.17	306.3	409.51	340.54	354.67
TARRO + SUELO SECO	gr	259.39	316.72	334.27	341.16	296.31	293.08
PESO DEL TARRO	gr	64.74	65.65	63.44	64.66	66.69	65.9
PESO DEL AGUA	gr	36.78	54.85	52.03	68.35	44.23	61.59
PESO DEL SUELO SECO	gr	194.65	249.87	270.83	276.5	229.82	227.18
HUMEDAD	%	18.90%	21.70%	19.21%	24.72%	19.26%	27.11%
DENSIDAD SECA	gr./cm ³	1.802	1.778	1.719	1.890	1.661	1.602

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
13/06/22	8:00	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14/06/22	8:00	24:00:00	43.00	1.09	0.96	54.00	1.37	1.08	65.00	1.65	1.30
15/06/22	8:00	48:00:00	63.00	1.32	1.04	63.00	1.60	1.28	76.00	1.93	1.82
16/06/22	8:00	72:00:00	57.00	1.45	1.14	72.00	1.83	1.44	83.00	2.11	1.88
17/06/22	8:00	96:00:00	68.00	1.73	1.38	80.00	2.03	1.60	94.00	2.39	1.88

PENETRACIÓN

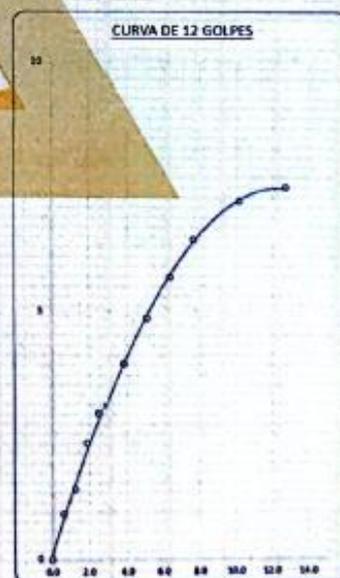
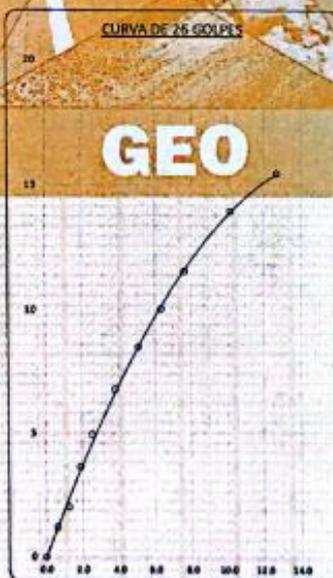
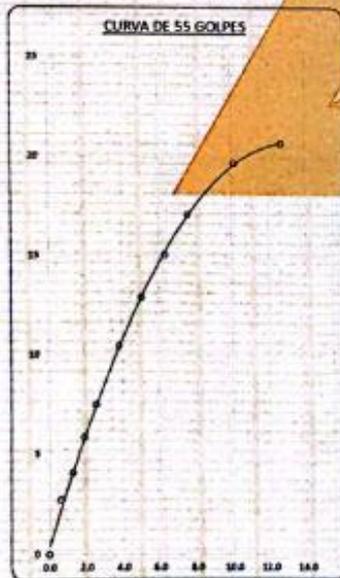
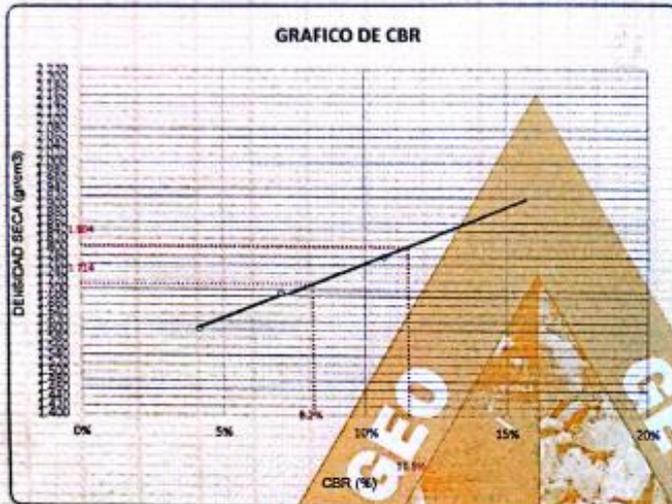
TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	psig												
0:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0:30	0.636	0.025	54.1	54.1	2.7		24.2	24.2	1.2		18.0	18	0.9	
1:00	1.270	0.050	80.8	80.8	4.1		40.1	40.1	2.0		28.2	28.2	1.4	
1:30	1.900	0.075	115.4	115.4	5.9		72.2	72.2	3.6		46.4	46.4	2.3	
2:00	2.546	0.100	148.6	148.6	7.5		88.2	88.2	5.0		68.2	68.2	2.9	
3:00	3.810	0.150	207.2	207.2	10.8		134.4	134.4	8.8		78.1	78.1	3.9	
4:00	6.080	0.200	256.1	256.14	12.9		168.1	168.1	8.5		96.1	96.1	4.9	
5:00	6.350	0.250	298.1	298.1	15.1		198.4	198.4	10.0		112.4	112.4	5.7	
6:00	7.620	0.300	338.4	338.4	17.1		228.1	228.1	11.5		127.2	127.2	6.4	
8:00	10.160	0.400	390.1	390.1	19.7		278.1	278.1	14.0		142.6	142.6	7.2	
10:00	12.700	0.500	410.8	410	20.7		306.0	306	15.5		148.0	148	7.5	

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER





PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE CARRETERA CARACOTO SUCHES PUNO 2022
SOLICITANTE : BACHILLER NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
MUESTRA : CALICATA N° 1 MARGEN DERECHO - COORDENADAS 15 531916 - 70 0616937
FECHA : 12/04/2022
PROGRESIVA : Km 3+300
PROFUNDIDAD : 0.15 - 1.50m



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.



Elizabeth
Elizabeth Copca Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 121350



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
 SOLICITANTE : BACHILLER, NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
 UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
 MUESTRA : CALICATA N° 1 MARGEN DERECHO - COORDENADAS. 15.531918 - 70.0616637 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 4 % CC
 FECHA : 12/06/2022
 PROGRESIVA : km 3+300 PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.50m

DÍAMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE (A)	828	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3947	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5790	5944	5901	5767
P. DEL MOLDE	gr.	3947	3947	3947	3947
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1643	1997	1954	1820
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1.987	2.153	2.107	1.962

	No	A-9	A-10	A-11	A-12	A-13	A-14	A-15	A-16
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	360.28	329.57	342.49	402.46	360.47	331.50	413.60	385.42
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	319.25	302.13	333.60	349.80	310.08	285.87	348.57	326.94
PESO DE TARA	gr.	93.20	65.04	64.30	66.00	63.98	65.17	64.83	63.78
PESO DEL AGUA	gr.	40.93	37.44	45.86	52.66	50.39	45.83	65.00	58.48
PESO DE SUELO SECO	gr.	255.55	236.19	269.30	283.72	246.10	220.50	283.74	263.16
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	16.02%	15.85%	16.14%	18.56%	20.48%	20.78%	22.92%	22.22%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	16.93%	16.93%	16.93%	16.93%	16.93%	16.93%	16.93%	16.93%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.714	1.714	1.714	1.714	1.714	1.714	1.714	1.714

RESULTADOS	
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.820 gr/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.93%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER



Elizabeth Copo Gordillo
Elizabeth Copo Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 121350



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

(MTG E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
 SOLICITANTE : BACHILLER NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
 UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
 MUESTRA : CALCATA N° 1 MARGEN DERECHO - COORDENADAS. 15.531916 - 70.0618637 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 4 % CC
 PROGRESIVA : km 3+300

FECHA : 12/06/2022
 PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.50m

MOLDE N°	UNID	4		5		6	
		5		5		5	
CAPAS		55		20		12	
GOLPES POR CAPA N°		55		20		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	14924	15041	14926	15048	14600	14789
PESO DEL MOLDE	gr.	8010	8010	8510	8510	8340	8340
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm ³	3200	3200	3170	3170	3191	3191
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	6914	7031	6416	6538	6268	6449
DENSIDAD HUMEDA	gr/cm ³	2.161	2.197	2.024	2.062	1.964	2.021
TARRO N°		A-13	4	A-14	5	A-15	6
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	310.45	400.25	349.05	430.49	326.55	420.36
TARRO + SUELO SECO	gr.	271.43	347.06	304.32	364.17	284.84	351.27
PESO DEL TARRO	gr.	83.98	75.02	65.17	78.31	64.83	81.16
PESO DEL AGUA	gr.	39.02	59.19	43.73	66.32	41.91	69.00
PESO DEL SUELO SECO	gr.	207.45	270.14	239.15	285.86	219.81	270.11
HUMEDAD	%	18.81%	21.91%	18.29%	23.20%	19.07%	25.59%
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	1.819	1.802	1.711	1.674	1.660	1.609

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
13/06/22	9:30 Am	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14/06/22	9:30 Am	24:00:00	38.00	0.97	0.76	40.00	1.24	0.96	61.00	1.55	1.22
15/06/22	9:30 Am	48:00:00	47.00	1.19	0.94	56.00	1.42	1.12	70.00	1.78	1.40
16/06/22	9:30 Am	72:00:00	50.00	1.27	1.00	64.00	1.63	1.28	77.00	1.96	1.64
17/06/22	9:30 Am	96:00:00	56.00	1.42	1.12	75.00	1.91	1.50	88.00	2.24	1.76

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
0:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0:30	0.635	0.025	61.0	61	3.1	3.1	32.0	32	1.6	1.6	26.0	26	1.3	1.3
1:00	1.270	0.050	92.0	92	4.7	4.7	56.1	56.1	2.8	2.8	38.0	38	1.9	1.9
1:30	1.800	0.075	130.0	130	6.6	6.6	85.1	85.1	4.3	4.3	57.0	57	2.9	2.9
2:00	2.540	0.100	165.0	165	8.4	8.4	110.0	110	5.8	5.8	72.0	72	3.8	3.8
3:00	3.810	0.150	220.0	220	11.1	11.1	145.2	145.2	7.5	7.5	94.0	94	4.8	4.8
4:00	5.080	0.200	280.0	280	14.2	14.2	185.0	185	9.4	9.4	112.0	112	6.7	6.7
5:00	6.350	0.260	320.0	320	16.2	16.2	218.0	218	11.0	11.0	128.0	128	6.5	6.5
6:00	7.620	0.300	368.0	368	18.1	18.1	246.2	246.2	12.4	12.4	140.0	140	7.1	7.1
8:00	10.160	0.400	410.0	410	20.7	20.7	290.0	290	14.7	14.7	152.0	152	7.7	7.7
10:00	12.700	0.500	432.0	432	21.8	21.8	310.0	310	15.7	15.7	150.0	150	7.6	7.6

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER



Elizabeth Copo Gordillo
Elizabeth Copo Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 121350



PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022

SOLICITANTE : BACHILLER NELSON ANDER CALDERON LOPEZ

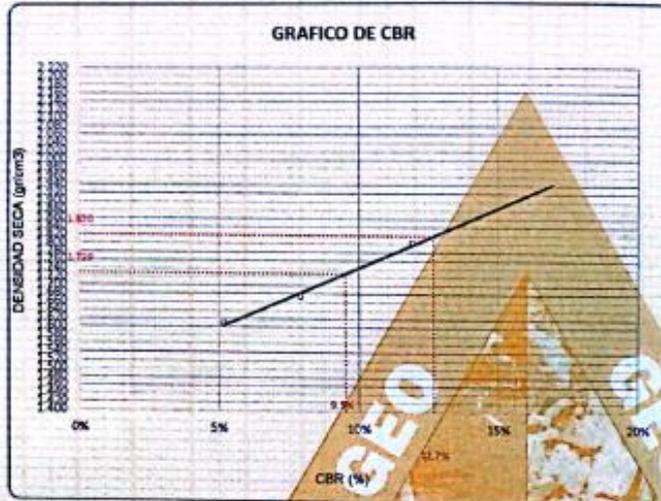
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES

MUESTRA : CALICATA N° 1 MARGEN DERECHO - COORDENADAS: 15 531916 - 70 0616637 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 4 % CC

PROGRESIVA : km 3+300

FECHA : 12/09/2022

PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.50m



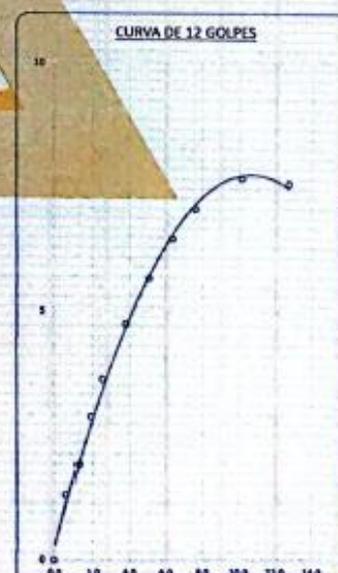
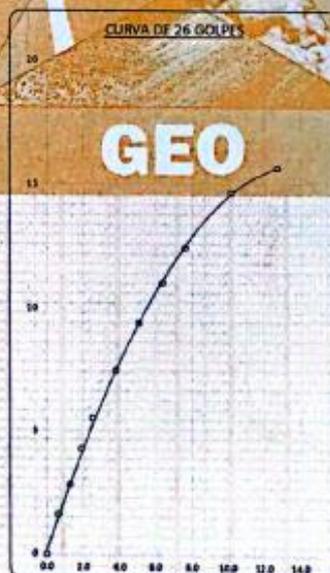
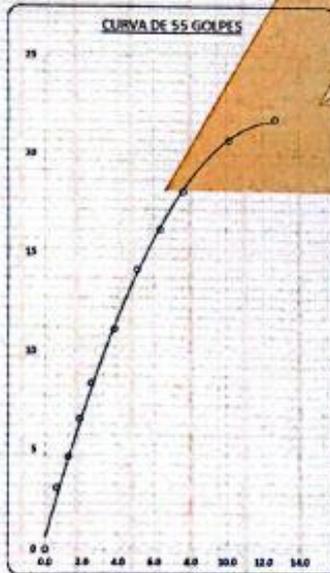
PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01° AL 100% = 12.7%

C.B.R. 01° AL 95% M.D.S. = 9.9%

LEYENDA

— CURVA A 0.1°



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.



Elizabeth Copo Gordillo
Elizabeth Copo Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIR. 121350



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022

SOLICITANTE : BACHILLER, NELSON ANDER CALDERON LOPEZ

UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES

MUESTRA : CALICATA N° 1 MARGEN DERECHO - COORDENADAS. 15.531916 - 70.0616637 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 7 % CC

FECHA : 12/06/2022

PROGRESIVA : km 3+000

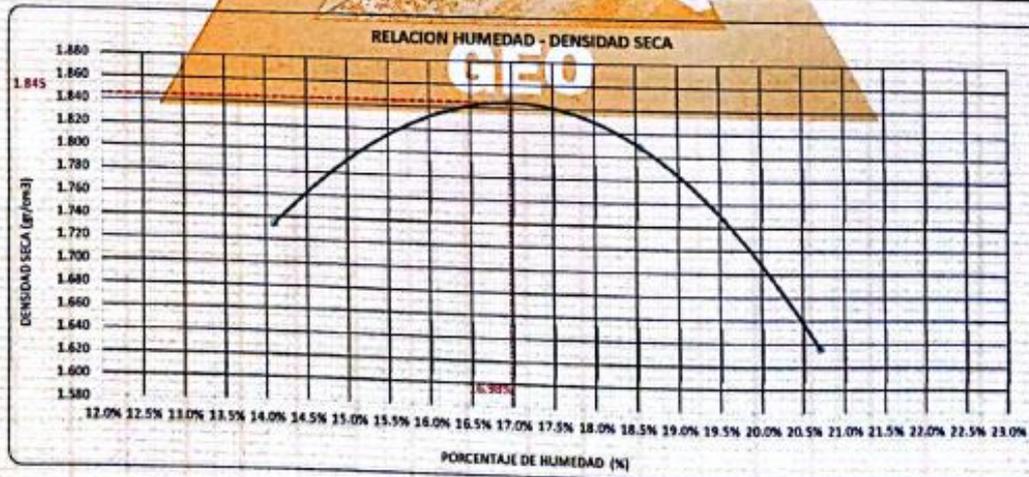
PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.50m

DIAMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE (V)	928	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3947	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5182	5030	5906	5778
P. DEL MOLDE	gr.	3947	3947	3947	3947
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1636	1983	1989	1831
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1.978	2.138	2.144	1.974

	No	A-17	A-18	A-19	A-20	A-21	A-22	A-23	A-24
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	336.28	340.15	345.18	359.18	340.57	361.16	339.07	306.94
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	302.91	323.51	305.39	327.16	296.14	314.39	291.72	256.34
PESO DE TARA	gr.	64.91	65.07	66.40	64.70	65.92	65.80	64.04	63.42
PESO DEL AGUA	gr.	33.37	36.64	39.79	42.02	42.43	46.79	47.35	41.60
PESO DE SUELO SECO	gr.	238.00	258.44	239.99	262.46	232.22	248.59	227.68	201.92
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	14.02%	14.18%	16.56%	16.01%	18.27%	18.82%	20.80%	20.80%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	14.10%		16.29%		18.56%		20.70%	
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.734		1.838		1.809		1.638	

RESULTADOS			
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.845	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
			16.95%



*LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER



Elizabeth Copo Gordillo
Elizabeth Copo Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIR 121350



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

(MTC E 132 / ASTM D-1583)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE CARRETERA CARACOTO-SUCHES PLUNO 2022
 SOLICITANTE : BACHILLER NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
 UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
 MUESTRA : CALICATA N° 1 MARGEN DERECHO - COORDENADAS. 15 531916 - 70.0616037 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 7 % CC
 PROGRESIVA : km 3+000
 FECHA : 12/06/2022
 PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.50m

MOLDE N°	UNID.	7		8		9	
		5		5		5	
CAPAS							
DOLPES POR CAPA N°		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR	
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	15019	15126	14631	14750	14657	14743
PESO DEL MOLDE	gr.	8110	8110	8130	8130	8320	8320
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	3226	3226	3191	3191	3209	3209
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	6909	7016	6501	6600	6367	6426
DENSIDAD HUMEDA	gr/cm3	2.142	2.175	2.037	2.067	1.984	2.003
TARRO N°		A-19	7	A-17	8	A-15	9
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	390.52	409.15	311.76	430.49	319.68	426.94
TARRO + SUELO SECO	gr.	344.39	353.69	277.37	354.17	284.17	358.06
PESO DEL TARRO	gr.	63.78	79.56	64.91	75.5	65.07	60.91
PESO DEL AGUA	gr.	46.13	55.17	34.39	66.32	35.71	68.55
PESO DEL SUELO SECO	gr.	280.61	274.4	212.45	288.67	219.1	277.15
HUMEDAD	%	16.44%	20.11%	16.19%	22.97%	16.30%	24.85%
		16.44%	20.11%	16.19%	22.97%	16.30%	24.85%
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.839	1.811	1.763	1.697	1.706	1.604

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
13/05/22	12.00 Pm	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14/05/22	12.00 Pm	24:00:00	32.00	0.81	0.64	43.00	1.09	0.86	56.00	1.42	1.12
15/05/22	12.00 Pm	48:00:00	41.00	1.04	0.82	49.00	1.24	0.98	61.00	1.55	1.22
16/05/22	12.00 Pm	72:00:00	47.00	1.19	0.94	58.00	1.47	1.16	68.00	1.73	1.36
17/05/22	12.00 Pm	96:00:00	50.00	1.27	1.00	69.00	1.75	1.38	77.00	1.96	1.54

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
0:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0:30	0.635	0.025	80.2	80.2	4.1	42.0	42	2.1	31.4	31.4	1.6			
1:00	1.270	0.050	110.0	110	5.8	68.2	68.2	3.4	52.1	52.1	2.6			
1:30	1.900	0.075	151.1	151.1	7.6	99.1	99.1	5.0	69.3	69.3	3.5			
2:00	2.540	0.100	194.3	194.3	9.8	126.0	126	6.4	84.1	84.1	4.3			
3:00	3.810	0.150	262.0	262	13.2	166.1	166.1	8.4	110.2	110.2	5.6			
4:00	4.800	0.200	331.0	331	16.7	201.0	201	10.2	134.0	134	6.8			
5:00	6.350	0.250	390.2	390.2	19.7	240.0	240	12.1	154.2	154.2	7.8			
6:00	7.620	0.300	436.0	436	22.0	268.2	268.2	13.6	168.0	168	8.5			
8:00	10.180	0.400	492.2	492.2	24.9	302.3	302.3	15.3	180.0	180	9.1			
10:00	12.700	0.500	508.0	508	25.7	312.0	312	15.8	172.1	172.1	8.7			

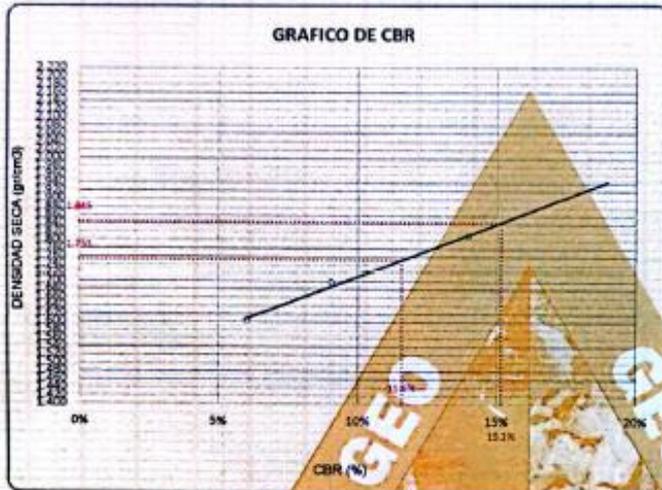
* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER



Elizabeth
Elizabeth Copa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 121350



PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PLANO 2022
SOLICITANTE : BACHILLER NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
MUESTRA : CALCATA N° 1 MARGEN DERECHO - COORDENADAS 15.531916 - 70.0616037 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 7 % CC
PROGRESIVA : km 3+000
FECHA : 12/05/2022
PROFUNDIDAD : 0.15 - 1.50m

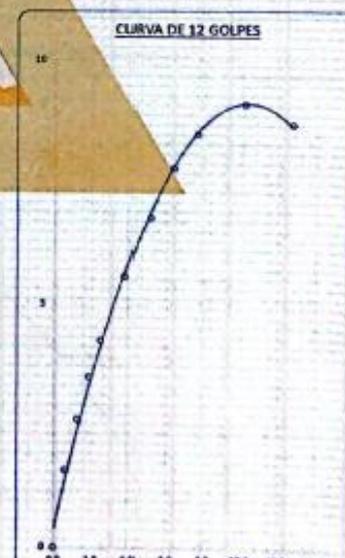
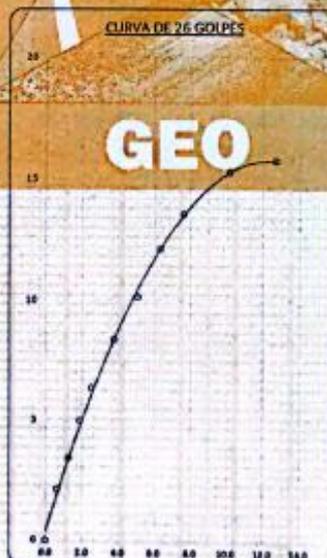
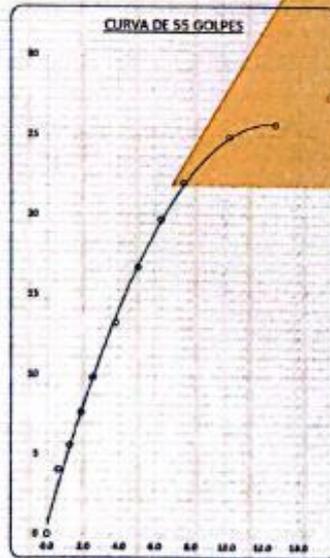


PARAMETROS DE C.B.R.

CBR 01" AL 100% = 15.2%
CBR 01" AL 95% M.D.S = 11.6%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER



Elizabeth Gcopa Gordillo
Elizabeth Gcopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-100)

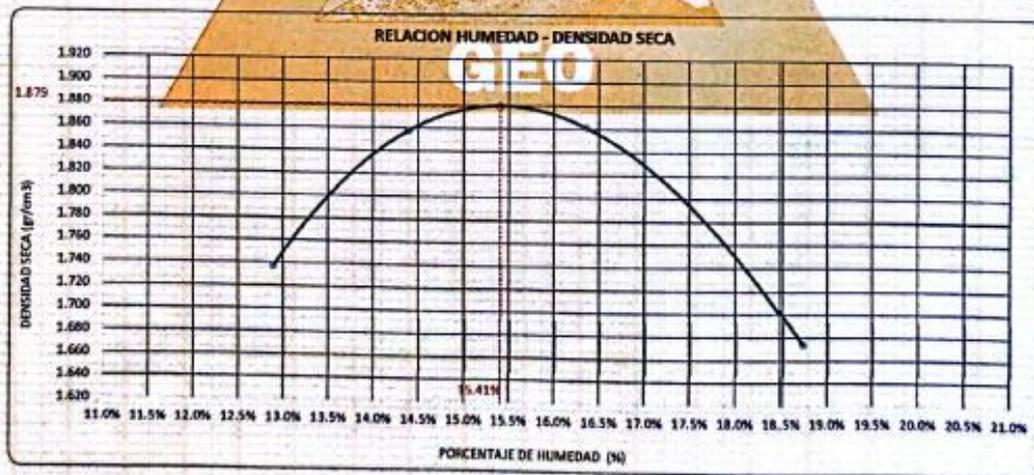
PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
 SOLICITANTE : BACHILLER NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
 UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
 MUESTRA : CALICATA N° 1 MARGEN DERECHO - COORDENADAS. 15 531918 - 70 0616637 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 10 % CC
 FECHA : 12/06/2022
 PROGRESIVA : Km 3+000 PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.50m

DÍAMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE (A)	928 cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5	
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3947	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5768	5918	5956	5790
P. DEL MOLDE	gr.	3947	3947	3947	3947
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1819	1871	2009	1843
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1.961	2.125	2.166	1.987

	No	16	17	18	19	20	21	22	23
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	405.22	430.48	431.40	411.37	399.06	423.78	408.46	436.86
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	367.48	380.67	388.69	369.57	354.15	375.42	365.83	380.31
PESO DE TARA	gr.	76.41	60.01	77.18	78.03	79.40	60.04	76.13	77.63
PESO DEL AGUA	gr.	37.74	39.81	44.71	41.80	44.91	48.36	52.53	56.55
PESO DE SUELO SECO	gr.	291.07	310.66	309.51	291.54	274.75	296.38	279.80	302.68
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	12.97%	12.81%	14.45%	14.34%	16.35%	16.37%	18.77%	18.68%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	12.89%		14.39%		16.36%		18.73%	
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.737		1.858		1.981		1.874	

RESULTADOS		
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.879	gr/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	15.41%	



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER



Elizabeth
Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 121350



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

(MTC E 132 / ASTM D-1063)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑAMBA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, JUNIO 2022
 SOLICITANTE : BACHILLER NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
 UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
 MUESTRA : CALCATA N° 1 MARGEN DERECHO - COORDENADAS: 15.531916 - 78.0616637 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 10 % CC
 PROGRESIVA : Km 3+000
 FECHA : 12/06/2022
 PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.50m

MOLDE N° CAPAS GOLFES POR CAPA N° CONDICIÓN DE MUESTRA	UNID.	1		2		3	
		55		26		5	
		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	14855	14921	14783	14772	14719	14711
PESO DEL MOLDE	gr.	8030	8030	8150	8150	8200	8200
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	3170	3170	3173	3173	3179	3179
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	6825	6891	6633	6622	6429	6421
DENSIDAD HUMEDA	gr/cm3	2.153	2.174	2.090	2.087	2.022	2.020
TARRO N°		A-19	10	A-20	11	A-21	12
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	352.7	439.28	338.79	440.91	310.84	393.17
TARRO + SUELO SECO	gr.	315.06	385.35	301.34	379.83	278.72	334.95
PESO DEL TARRO	gr.	66.4	79.44	64.7	75.72	65.92	82.04
PESO DEL AGUA	gr.	37.82	53.92	37.45	61.08	32.12	58.22
PESO DEL SUELO SECO	gr.	248.68	305.92	236.64	304.11	212.8	252.91
HUMEDAD	%	15.13%	17.83%	15.83%	20.08%	15.09%	23.02%
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.878	1.848	1.805	1.738	1.787	1.642

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
13/06/22	2.00 Pm	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14/06/22	2.00 Pm	24:00:00	29.00	0.95	0.82	37.00	0.94	0.78	49.00	1.24	0.98
15/06/22	2.00 Pm	48:00:00	36.00	0.91	0.72	40.00	1.02	0.80	53.00	1.35	1.06
16/06/22	2.00 Pm	72:00:00	39.00	0.99	0.78	50.00	1.27	1.00	59.00	1.50	1.18
17/06/22	2.00 Pm	96:00:00	41.00	1.04	0.82	59.00	1.50	1.18	68.00	1.73	1.38

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	psfg.												
0:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
0:30	0.635	0.025	90.1	90.1	4.6		58.0	58	2.9		36.3	36.3	1.9	
1:00	1.270	0.060	128.2	128.2	6.5		82.0	82	4.1		58.2	58.2	2.9	
1:30	1.900	0.075	158.0	158	8.5		112.1	112.1	5.7		74.1	74.1	3.7	
2:00	2.540	0.100	214.2	214.2	10.8		141.2	141.2	7.1		92.2	92.2	4.7	
3:00	3.810	0.150	294.0	294	14.9		182.0	182	9.2		124.2	124.2	6.3	
4:00	5.080	0.200	360.1	360.1	18.2		228.0	228	11.5		148.1	148.1	7.5	
5:00	6.350	0.250	428.0	428	21.6		259.1	259.1	13.1		187.2	187.2	8.5	
6:00	7.620	0.300	468.2	468.2	23.7		288.0	288	14.6		193.3	193.3	9.3	
8:00	10.180	0.400	520.1	520.1	26.3		318.0	318	16.1		199.2	199.2	10.0	
10:00	12.700	0.500	520.0	520	26.3		318.2	318.2	16.1		190.0	190	9.6	

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER



Emilia
Elizabeth Copca Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 121350

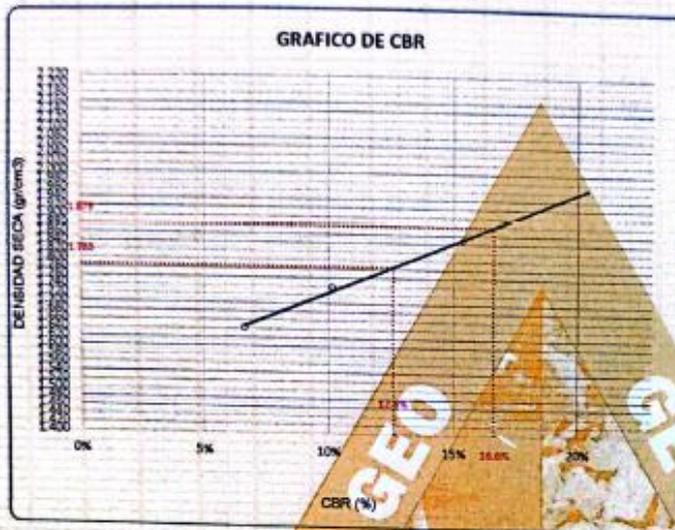


TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Geología - Geofísica - Geotecnia

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
SOLICITANTE : BACHILLER NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
MUESTRA : CALICATA N° 1 MARGEN DERECHO - COORDENADAS 15 531916 - 70 0616637 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 10 % CC
PROGRESIVA : Km 3+000

FECHA : 12/06/2022
PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.50m

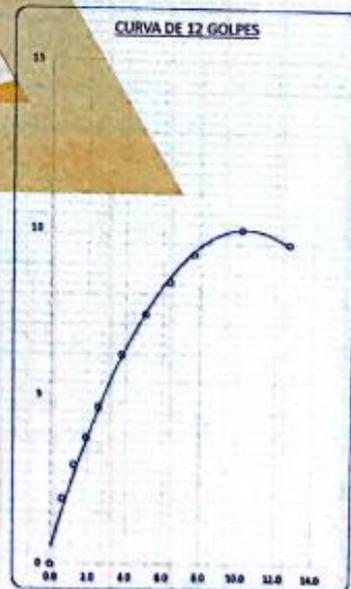
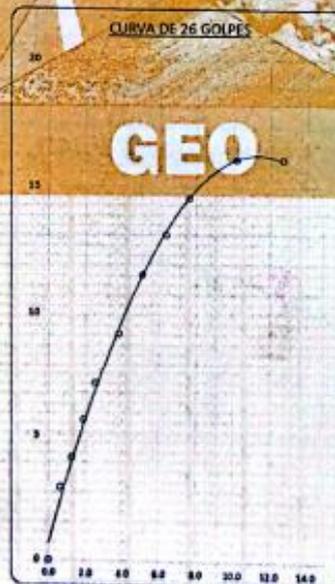
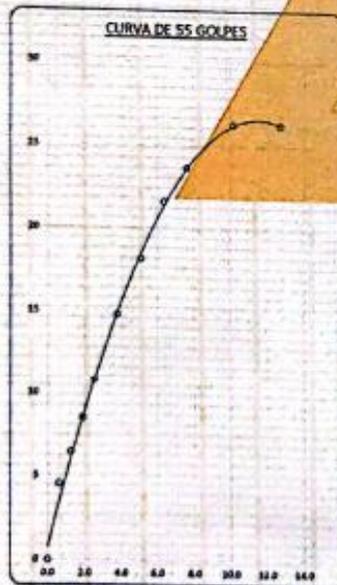


PARAMETROS DE C.B.R.

CBR 01" AL 100% = 18.6%
CBR 01" AL 95% M.D.S = 12.6%

LEYENDA

— CURVA A 01"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.



Elizabeth
Elizabeth Copa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
C.P. 121350

Calicata 2



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Geología - Geofísica - Geotecnia

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA, CARACOTO - SUCHES, PUNO 2022

SOLICITANTE : BACHILLER NELSON ANDER CALDERON LOPEZ

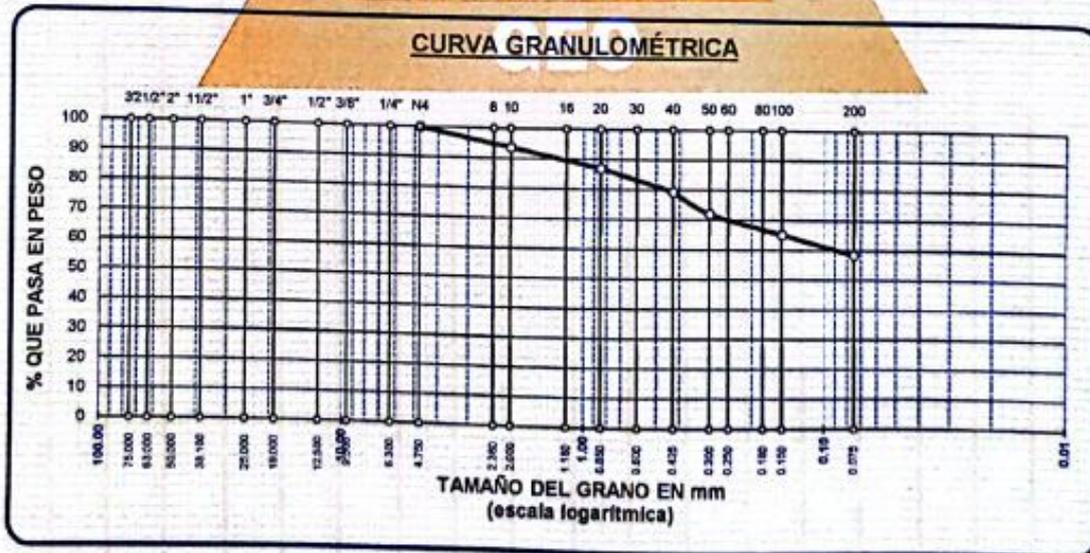
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES

MUESTRA : CALICATA N° 2 - MARGEN IZQUIERDO, COODENADAS. 15.540853 - 70.065241 (Km 3+800)

PROFUNDIDAD : 1.60 - 2.85 m.

FECHA : 9 DE JUNIO DEL 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 250.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 103.79
2"	50.000						P.P.= 146.21
1 1/2"	38.100						%w= 12.08
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L.= 34.95
1/2"	12.500						L.P.= 16.27
3/8"	9.500						I.P.= 18.68
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		D10= — Cu= —
No8	2.360						D30= — Cc= —
No10	2.000	15.96	6.38	6.38	93.62		D60= 0.09
No16	1.180						CLASIFICACIÓN:
No20	0.850	16.47	6.59	12.97	87.03		I.G. = :
No30	0.600						SUCS : CL
No40	0.425	19.13	7.65	20.62	79.38		ASSTHO : A-6 (7)
No 50	0.300	18.20	7.28	27.90	72.10		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	17.05	6.82	34.72	65.28		
No200	0.075	16.98	6.79	41.52	58.48		
BASE		146.21	58.48	100.00	0.00		
TOTAL		250.00	100.00				
% PERDIDA							



Elizabeth Ccopa Gordillo
Elizabeth Ccopa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIR.121350



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Geología - Geofísica - Geotecnia

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA, CARACOTO - SUCHES, PUNO 2022

SOLICITANTE : BACHILLER, NELSON ANDER CALDERON LOPEZ

UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES

MUESTRA : CALICATA N° 2 - MARGEN IZQUIERDO, COODENADAS, 15.540853 - 70.065241 (Km 3+800)

PROFUNDIDAD : 0.10 - 1.42 m.

FECHA : 9 DE JUNIO DEL 2022

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	387.10
SUELO SECO + TARRO	gr	352.34
PESO DEL TARRO	gr	64.70
PESO DEL AGUA	gr	34.76
PESO DEL SUELO SECO	gr	287.64
HUMEDAD %	%	12.08

LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		O	P	O	P
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	40.63	40.96	16.79	17.06
SUELO SECO + TARRO	gr	36.36	36.85	15.85	16.12
PESO DEL TARRO	gr	24.04	25.08	10.20	10.21
PESO DEL AGUA	gr	4.27	4.11	0.94	0.94
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.32	11.77	5.65	5.91
HUMEDAD %	%	34.66	34.92	16.64	15.91
N° DE GOLPES		26	26		

LÍMITE LÍQUIDO % : 34.95 **LÍMITE PLÁSTICO %** : 16.27

ÍNDICE PLÁSTICO % : 18.68

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Límite Líquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Número de Golpes




Elizabeth Coopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350

§ RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Geología - Geofísica - Geotecnia

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA, CARACOTO - SUCHES, PUNO 2022

SOLICITANTE : BACHILLER. NELSON ANDER CALDERON LOPEZ

UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES

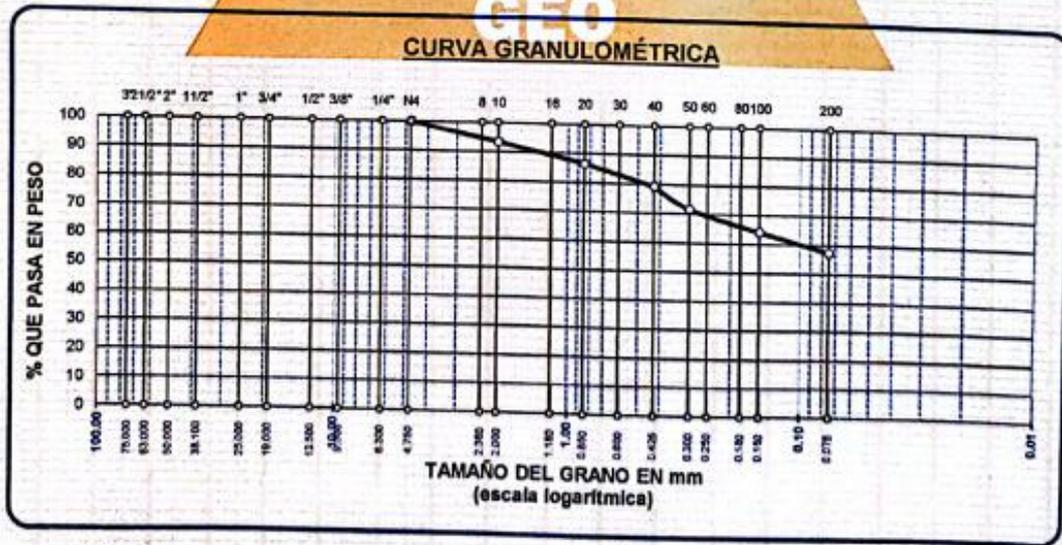
MUESTRA : CALICATA N°2 - MARGEN IZQUIERDO, COORDENADAS. 15 540853 - 70.065241 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 4 % CC

PROGRESIVA : Km 3+800

PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.42 m

FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.I.= 250.00
2"	50.000						P.L.= 106.48
1 1/2"	38.100						P.P.= 143.52
1"	25.000						% w = 11.94
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						L.L.= 32.00
3/8"	9.500						L.P.= 15.27
1/4"	6.300						I.P.= 16.73
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360						D10= — Cu= —
No10	2.000	16.40	6.56	6.56	93.44		D30= — Cc= —
No16	1.180						D60= 0.10
No20	0.850	17.18	6.87	13.43	86.57		CLASIFICACIÓN:
No30	0.600						I.G. = :
No40	0.425	18.24	7.30	20.73	79.27		SUCS : CL
No 50	0.300	19.17	7.67	28.40	71.60		ASSTHO : A-6 (6)
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	18.40	7.36	35.76	64.24		
No200	0.075	17.09	6.84	42.59	57.41		
BASE		143.52	57.41	100.00	0.00		
TOTAL		250.00	100.00				
% PERDIDA		57.41					



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504

Elizabeth Copá Gordillo
Elizabeth Copá Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIR 121350



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Geología - Geofísica - Geotecnia

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA, CARACOTO - SUCHES, PUNO 2022

SOLICITANTE : BACHILLER. NELSON ANDER CALDERON LOPEZ

UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES

MUESTRA : CALICATA N°2 - MARGEN IZQUIERDO, COORDENADAS. 15.540853 - 70.065241 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 4

PROGRESIVA : Km 3+800

PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.42 m

FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2022

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	
SUELO SECO + TARRO	gr	
PESO DEL TARRO	gr	
PESO DEL AGUA	gr	
PESO DEL SUELO SECO	gr	
HUMEDAD %	%	

LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LIQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
		G	H	G	H
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	39.07	38.94	17.26	18.17
SUELO SECO + TARRO	gr	35.53	35.13	16.33	17.15
PESO DEL TARRO	gr	24.57	23.35	10.21	10.50
PESO DEL AGUA	gr	3.54	3.81	0.93	1.02
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.96	11.78	6.12	6.65
HUMEDAD %	%	32.30	32.34	15.20	15.34
N° DE GOLPES		23	23		

LÍMITE LIQUIDO % : 32.00 **LÍMITE PLÁSTICO %** : 15.27

ÍNDICE PLÁSTICO % : 16.73

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Límite Líquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Número de Golpes



Elizabeth
Elizabeth Copo Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350

¡ RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Geología - Geofísica - Geotecnia

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA, CARACOTO - SUCHES, PUNO 2022

SOLICITANTE : BACHILLER. NELSON ANDER CALDERON LOPEZ

UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES

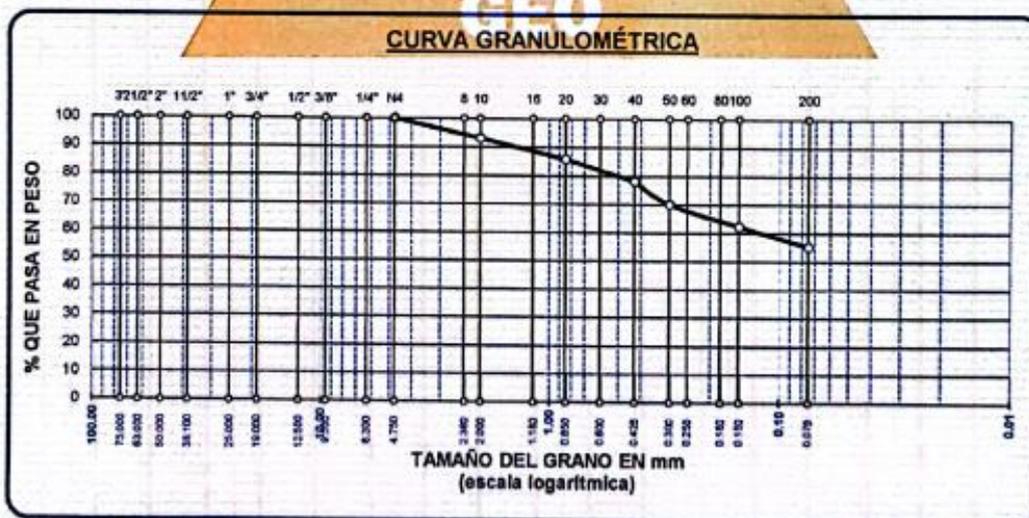
MUESTRA : CALICATA N°2 - MARGEN IZQUIERDO, COORDENADAS. 15.540653 - 70.065241 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 7 % CC

PROGRESIVA : Km 3+800

PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.42 m

FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO:
5"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.L.= 250.00
2"	50.000						P.L.= 111.91
1 1/2"	38.100						P.P.= 138.09
1"	25.000						% W = 12.08
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						LL.= 30.70
3/8"	9.500						LP.= 15.44
1/4"	6.300						IP.= 15.26
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No6	2.360						D10= — Cu= —
No10	2.000	17.04	6.82	6.82	93.18		D30= — Cc= —
No16	1.180						D60= 0.12
No20	0.850	18.19	7.28	14.09	85.91		CLASIFICACIÓN:
No30	0.600						I.G. = :
No40	0.425	19.33	7.73	21.82	78.18		SUCS : CL
No 50	0.300	20.15	8.06	29.88	70.12		ASSTHO : A-6 (5)
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	19.24	7.70	37.58	62.42		
No200	0.075	17.96	7.18	44.76	55.24		
BASE		138.09	55.24	100.00	0.00		
TOTAL		250.00	100.00				
% PÉRDIDA		55.24					



Elizabeth
Elizabeth Copca Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP: 121352



PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA, CARACOTO - SUCHEB, PUÑO 2022

SOLICITANTE : BACHILLER. NELSON ANDER CALDERON LOPEZ

UBICACIÓN : CARACOTO SUCHEB

MUESTRA : CALICATA N°2 - MARGEN IZQUIERDO, COORDENADAS. 15 540653 - 70 065241 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 7 % CC

PROGRESIVA : Km 3+800

PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.42 m.

FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD
 ASTM - D - 2216 - MTC - E 108**

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	
SUELO SECO + TARRO	gr	
PESO DEL TARRO	gr	
PESO DEL AGUA	gr	
PESO DEL SUELO SECO	gr	
HUMEDAD %	%	

**LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
 ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90**

TARRO N°	LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		I	J	I	J
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	39.65	38.73	16.50	17.24
SUELO SECO + TARRO	gr	36.16	35.34	15.76	16.40
PESO DEL TARRO	gr	24.80	24.29	10.95	10.98
PESO DEL AGUA	gr	3.49	3.39	0.74	0.84
PESO DEL SUELO SECO	gr	11.36	11.05	4.81	5.42
HUMEDAD %	%	30.72	30.68	15.38	15.50
N° DE GOLPES		25	25		

LÍMITE LIQUIDO % : 30.70 **LÍMITE PLÁSTICO %** : 15.44

ÍNDICE PLÁSTICO % : 15.26

$LL = Wn * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Límite Líquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Número de Golpes



Elizabeth Copo Gordillo
Elizabeth Copo Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIR 121350

¡ RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA, CARACOTO - SUCHES, PUNO 2022

SOLICITANTE : BACHILLER NELSON ANDER CALDERON LOPEZ

UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES

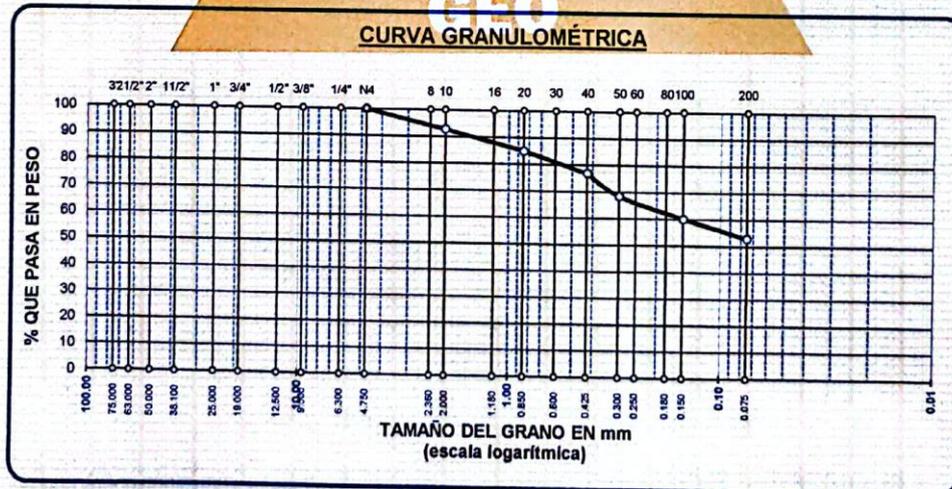
MUESTRA : CALICATA N°2 - MARGEN IZQUIERDO, COORDENADAS. 15.540853 - 70.065241 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 10 % CC

PROGRESIVA : Km 3+800

PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.42 m

FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.L.= 250.00
2"	50.000						P.L.= 117.57
1 1/2"	38.100						P.P.= 132.43
1"	25.000						% W= 10.75
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						L.L.= 28.26
3/8"	9.500						L.P.= 13.76
1/4"	6.300						I.P.= 14.49
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360						D10= — Cu= —
No10	2.000	18.03	7.21	7.21	92.79		D30= — Cc= —
No16	1.180						D60= 0.15
No20	0.850	19.31	7.72	14.94	85.06		CLASIFICACIÓN:
No30	0.600						I.G. = :
No40	0.425	20.18	8.07	23.01	76.99		SUCS : CL
No 50	0.300	21.14	8.46	31.46	68.54		ASSTHO : A-6 (4)
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	20.64	8.26	39.72	60.28		
No200	0.075	18.27	7.31	47.03	52.97		
BASE		132.43	52.97	100.00	0.00		
TOTAL		250.00	100.00				
% PERDIDA		52.97					



Elizabeth Copo Gordillo
Elizabeth Copo Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIR. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA, CARACOTO - SUCHES, PUNO 2022

SOLICITANTE : BACHILLER. NELSON ANDER CALDERON LOPEZ

UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES

MUESTRA : CALICATA N°2 - MARGEN IZQUIERDO, COORDENADAS. 15.540853 - 70.065241 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 10 % CC

PROGRESIVA : Km 3+800

PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.42 m

FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2022

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	
SUELO SECO + TARRO	gr	
PESO DEL TARRO	gr	
PESO DEL AGUA	gr	
PESO DEL SUELO SECO	gr	
HUMEDAD %	%	

LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		K	L	K	L
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	38.72	37.50	17.29	18.30
SUELO SECO + TARRO	gr	35.34	34.37	16.53	17.38
PESO DEL TARRO	gr	23.54	23.25	10.92	10.80
PESO DEL AGUA	gr	3.38	3.13	0.76	0.92
PESO DEL SUELO SECO	gr	11.80	11.12	5.61	6.58
HUMEDAD %	%	28.64	28.15	13.55	13.98
N° DE GOLPES		24	24		

LÍMITE LÍQUIDO % : 28.26 **LÍMITE PLÁSTICO %** : 13.76

ÍNDICE PLÁSTICO % : 14.49

$LL = Wn * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Límite Líquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Número de Golpes


Elizabeth Copca Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIR 121350

¡ RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

IRRB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

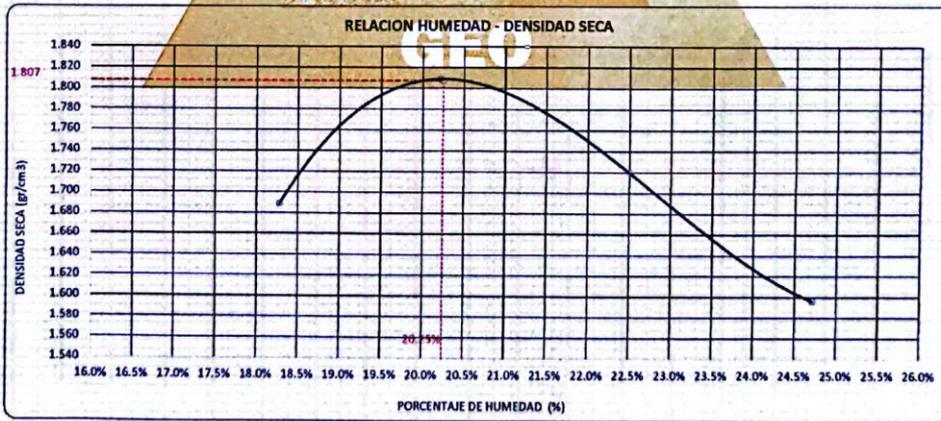
PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
 SOLICITANTE : BACHILLER, NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
 UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
 MUESTRA : CALICATA N° 2 MARGEN IZQUIERDO - COORDENADAS. 15.540853 - 70.065241
 FECHA : 17/06/2022
 PROGRESIVA : Km 3+800 PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.42m

DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE (B)	926	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3740	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5589	5753	5690	5583
P. DEL MOLDE	gr.	3740	3740	3740	3740
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1849	2013	1950	1843
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1.997	2.175	2.107	1.991

	No	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	368.29	349.09	347.92	390.17	371.53	360.15	331.93	376.15
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	323.60	307.58	302.09	337.26	318.37	308.24	282.13	316.35
PESO DE TARA	gr.	75.85	83.40	74.13	76.92	78.31	81.16	79.58	75.50
PESO DEL AGUA	gr.	44.69	41.51	45.83	52.91	53.16	51.91	49.80	59.83
PESO DE SUELO SECO	gr.	247.75	224.18	227.96	260.34	240.06	227.08	202.55	240.85
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	18.04%	18.52%	20.10%	20.32%	22.14%	22.86%	24.59%	24.84%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	18.28%		20.21%		22.50%		24.71%	
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.689		1.809		1.720		1.698	

RESULTADOS				
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.807	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	20.25%



*LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.



Elizabeth
Elizabeth Ctopa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIR. 121350



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

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
 SOLICITANTE : BACHILLER, NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
 UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
 MUESTRA : CALICATA N° 2 MARGEN IZQUIERDO - COORDENADAS. 15.540853 - 70.065241 FECHA : 17/06/2022
 PROGRESIVA : Km 3+800 PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.42m

MOLDE N°	UNID	4		5		6	
		55		26		12	
		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
CAPAS							
GOLPES POR CAPA N°							
CONDICIÓN DE MUESTRA							
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	14988	14910	15024	15134	14676	14691
PESO DEL MOLDE	gr.	8010	8010	8510	8510	8340	8340
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	3200	3200	3170	3170	3191	3191
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	6978	6900	6514	6624	6336	6351
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.181	2.156	2.056	2.090	1.986	1.990
TARRO N°		A-1	10	A-2	11	A-3	12
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	316.18	387.26	340.25	390.24	320.84	370.26
TARRO + SUELO SECO	gr.	273.23	328.6	294.18	324.26	276.64	304.79
PESO DEL TARRO	gr.	64.74	79.44	65.05	75.72	63.44	82.04
PESO DEL AGUA	gr.	42.95	58.86	46.07	65.98	44.2	65.47
PESO DEL SUELO SECO	gr.	208.49	249.16	229.13	248.54	213.2	222.75
HUMEDAD	%	20.60%	23.54%	20.11%	26.55%	20.73%	29.39%
		20.60%	23.54%	20.11%	26.55%	20.73%	29.39%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.808	1.745	1.711	1.651	1.645	1.538

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
18/06/22	8.00	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19/06/22	8.00	24:00:00	40.00	1.02	0.80	56.00	1.42	1.12	63.00	1.60	1.26
20/06/22	8.00	48:00:00	60.00	1.27	1.00	65.00	1.65	1.30	72.00	1.83	1.44
21/06/22	8.00	72:00:00	66.00	1.42	1.12	70.00	1.78	1.40	86.00	2.18	1.72
22/06/22	8.00	96:00:00	64.00	1.63	1.28	78.00	1.98	1.56	91.00	2.31	1.82

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
0:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0:30	0.635	0.025	48.2	48.2	2.4		27.1	27.1	1.4		24.0	24	1.2	
1:00	1.270	0.050	76.3	76.3	3.9		45.0	45	2.3		36.0	36	1.8	
1:30	1.900	0.075	106.4	106.4	5.5		78.1	78.1	3.9		53.2	53.2	2.7	
2:00	2.540	0.100	142.2	142.2	7.2		109.1	109.1	5.5		87.2	87.2	3.4	
3:00	3.810	0.150	198.0	198	10.0		142.0	142	7.2		86.1	86.1	4.4	
4:00	5.080	0.200	245.0	245	12.4		174.0	174	8.8		103.2	103.2	5.2	
5:00	6.350	0.250	288.0	288	14.5		208.2	208.2	10.5		121.3	121.3	6.1	
6:00	7.620	0.300	329.0	329	16.6		234.1	234.1	11.8		134.2	134.2	6.8	
8:00	10.160	0.400	368.0	368	18.6		276.3	276.3	14.0		148.1	148.1	7.5	
10:00	12.700	0.500	378.0	378	19.1		300.0	300	15.2		150.1	150.1	7.6	

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER

Elizabeth Ccopa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 121350



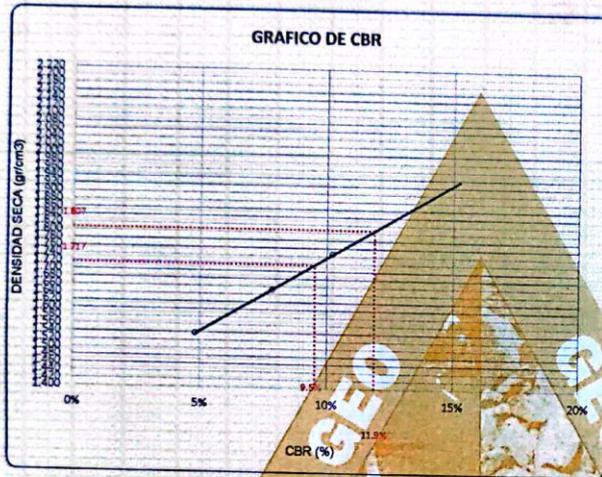
TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Geología - Geofísica - Geotecnia

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
SOLICITANTE : BACHILLER NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
MUESTRA : CALICATA N° 2 MARGEN IZQUIERDO · COORDENADAS 15 540853 - 70 065241
PROGRESIVA : Km 3+800

FECHA : 17/06/2022
PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.42m

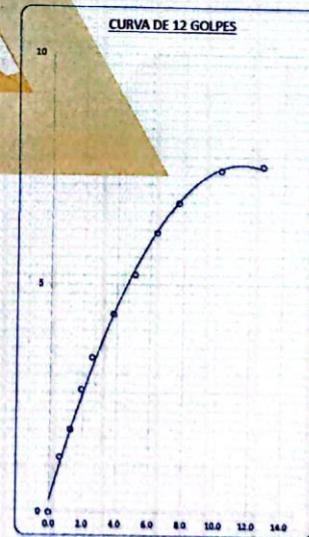
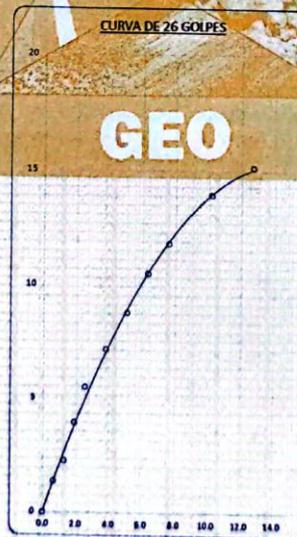
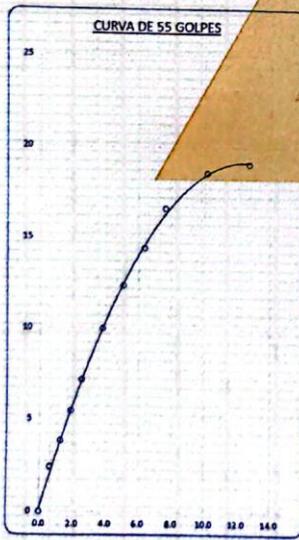


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01" AL 100% = 11.9%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 9.5%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.



Elizabeth Ccopa Gordillo
Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

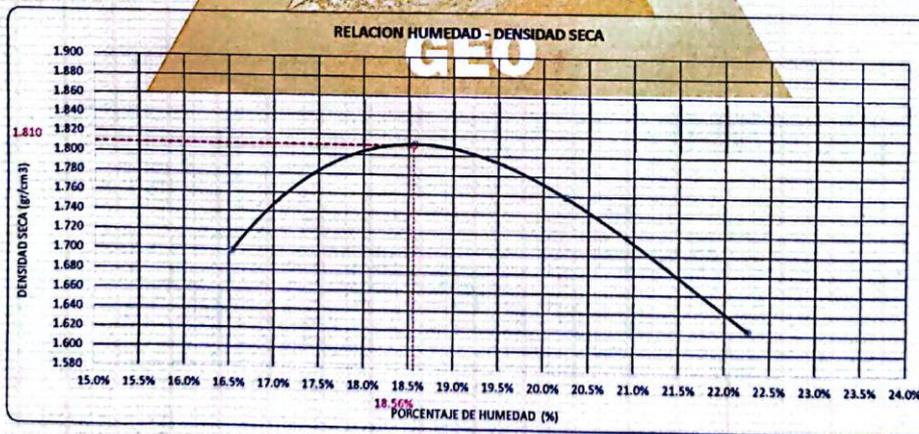
PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
 SOLICITANTE : BACHILLER. NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
 UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
 MUESTRA : CALICATA N° 2 MARGEN IZQUIERDO - COORDENADAS. 15.540853 - 70.065241 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 4 % CC
 FECHA : 17/06/2022
 PROGRESIVA : Km 3+800 PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.42m

DIÁMETRO DEL MOLDE MÉTODO	4"		6"	VOLUMEN DEL MOLDE (B) PESO DEL MOLDE	926 cm ³ 3740	NÚMERO DE CAPAS NÚMERO DE GOLPES	5 25
	A	B	C				

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5973	5728	5698	5578
P. DEL MOLDE	gr.	3740	3740	3740	3740
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1833	1988	1958	1838
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1.980	2.148	2.115	1.986

	No	9	10	11	12	13	14	15	16
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	390.25	375.93	408.06	424.51	419.32	390.75	382.40	413.28
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	346.52	333.34	359.20	370.68	361.78	338.13	326.32	352.24
PESO DE TARA	gr.	80.91	79.44	75.72	82.04	78.12	77.69	75.98	76.41
PESO DEL AGUA	gr.	43.33	42.59	51.86	53.83	57.54	52.62	56.08	61.02
PESO DE SUELO SECO	gr.	296.01	253.90	280.48	288.64	283.66	260.44	250.34	275.83
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	16.29%	16.77%	18.49%	18.65%	20.28%	20.20%	22.40%	22.12%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	16.53%		18.67%		20.24%		22.26%	
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.699		1.811		1.759		1.624	

RESULTADOS			
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.810	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
			18.56%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.



Elizabeth Ccopa Gordillo
Elizabeth Ccopa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 121350



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

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
 SOLICITANTE : BACHILLER, NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
 UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
 MUESTRA : CALICATA N° 2 MARGEN IZQUIERDO - COORDENADAS. 15.540853 - 70.065241 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 4 % CC FECHA : 17/06/2022
 PROGRESIVA : Km 3+800 PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.42m

MOLDE N°	UNID	4		5		6	
		55		26		12	
CAPAS							
GOLPES POR CAPA N°							
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	14924	15021	14926	15132	14608	14772
PESO DEL MOLDE	gr.	7999	7999	8502	8502	8329	8329
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	3198	3198	3168	3168	3186	3186
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	6925	7022	6424	6630	6279	6443
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.165	2.196	2.028	2.093	1.971	2.022
TARRO N°		A-5	16	A-6	17	A-7	18
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	272.18	386.7	327.1	307.15	296.7	361.4
TARRO + SUELO SECO	gr.	239.84	330.17	285.43	260.98	259.55	300.21
PESO DEL TARRO	gr.	66.69	76.41	65.9	80.01	64.22	77.18
PESO DEL AGUA	gr.	32.34	56.53	41.67	46.17	37.15	61.19
PESO DEL SUELO SECO	gr.	173.15	253.76	219.53	180.97	195.33	223.03
HUMEDAD	%	18.68%	22.28%	18.98%	25.51%	19.02%	27.44%
		18.68%	22.28%	18.98%	25.51%	19.02%	27.44%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.825	1.796	1.704	1.667	1.656	1.587

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
18/06/22	9.40 Am	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19/06/22	9.40 Am	24:00:00	40.00	1.02	0.80	51.00	1.30	1.02	61.00	1.55	1.22
20/06/22	9.40 Am	48:00:00	50.00	1.27	1.00	58.00	1.47	1.16	71.00	1.80	1.42
21/06/22	9.40 Am	72:00:00	55.00	1.40	1.10	65.00	1.65	1.30	79.00	2.01	1.58
22/06/22	9.40 Am	96:00:00	58.00	1.47	1.16	77.00	1.96	1.64	90.00	2.29	1.80

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA		ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA		ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA		ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.		Kg	Kg.				kg./cm2	kg./cm2				Kg	Kg.		
0:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0		
0:30	0.635	0.025	60.1	60.1	3.0			30.2	30.2	1.5			28.2	28.2	1.4		
1:00	1.270	0.050	94.1	94.1	4.8			48.1	48.1	2.4			42.3	42.3	2.1		
1:30	1.900	0.075	126.2	126.2	6.4			79.2	79.2	4.0			57.1	57.1	2.9		
2:00	2.540	0.100	172.3	172.3	8.7			115.1	115.1	5.8			72.2	72.2	3.6		
3:00	3.810	0.150	221.0	221	11.2			151.0	151	7.6			94.2	94.2	4.8		
4:00	5.080	0.200	282.1	282.1	14.3			182.3	182.3	9.2			112.3	112.3	5.7		
5:00	6.350	0.250	320.0	320	16.2			215.1	215.1	10.9			128.0	128	6.5		
6:00	7.620	0.300	351.0	351	17.7			239.4	239.4	12.1			141.2	141.2	7.1		
8:00	10.160	0.400	384.1	384.1	19.4			281.2	281.2	14.2			153.1	153.1	7.7		
10:00	12.700	0.500	380.0	380	19.2			292.1	292.1	14.8			148.0	148	7.5		

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.

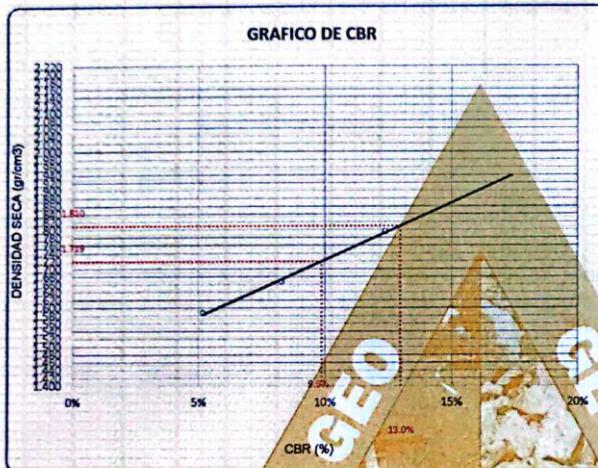


Elizabeth Copá Gordillo
 Elizabeth Copá Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 121350



PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO SUCHES, PUNO 2022
SOLICITANTE : BACHILLER NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
MUESTRA : CALICATA N° 2 MARGEN IZQUIERDO - COORDENADAS 15 540853 - 70 065241 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 4 % CC
PROGRESIVA : Km 3+800

FECHA : 17/06/2022
PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.42m

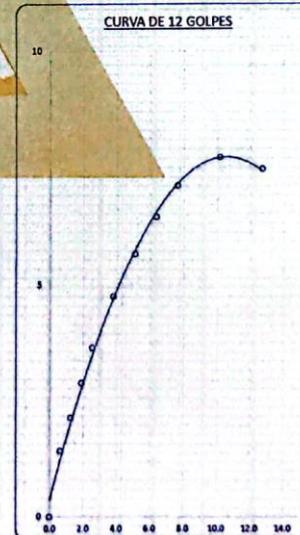
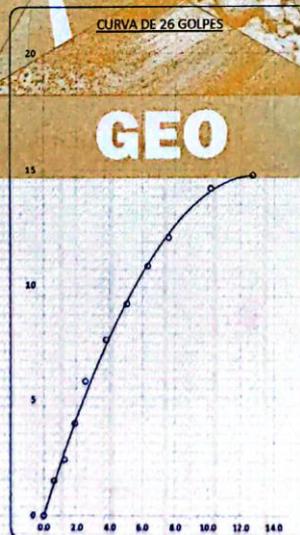
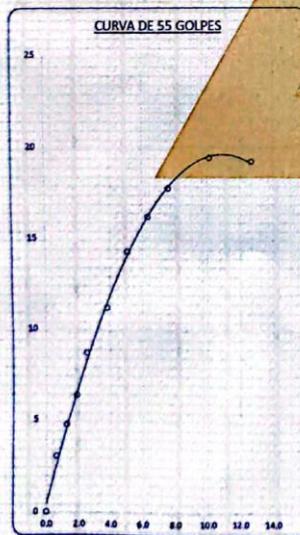


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01" AL 100% = 13.0%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 9.9%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.



Elizabeth Acopa Gordillo
Elizabeth Acopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

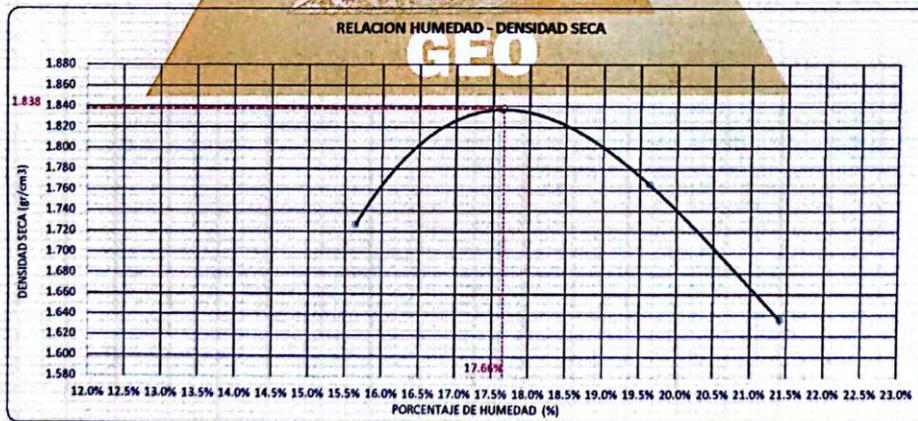
(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
 SOLICITANTE : BACHILLER, NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
 UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
 MUESTRA : CALICATA N° 2 MARGEN IZQUIERDO - COORDENADAS. 15.540853 - 70.06524 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 7 % CC
 FECHA : 17/06/2022
 PROGRESIVA : km 3+800 PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.42m

DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE (A)	928	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3947	NÚMERO DE GOLPES	25
P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5799	5951	5906	5789		
P. DEL MOLDE	gr.	3947	3947	3947	3947		
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1852	2004	1959	1842		
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1.997	2.161	2.112	1.986		

	No	17	18	19	20	21	22	23	24
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	406.21	419.27	410.57	430.58	402.93	398.77	432.95	422.38
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	352.29	372.60	360.09	378.61	349.46	346.32	369.15	353.24
PESO DE TARA	gr.	80.01	77.16	79.03	79.40	80.04	76.13	77.63	80.66
PESO DEL AGUA	gr.	43.92	46.47	50.48	51.97	53.47	52.45	63.80	59.14
PESO DE SUELO SECO	gr.	282.28	296.62	282.06	299.21	269.42	270.19	291.52	282.58
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	15.56%	15.72%	17.90%	17.37%	19.85%	19.41%	21.89%	20.93%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	15.64%		17.63%		19.63%		21.41%	
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.727		1.837		1.765		1.636	

RESULTADOS			
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.838	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
			17.66%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER



Elizabeth Copo Gordillo
 Elizabeth Copo Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 121350



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

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑARUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
SOLICITANTE : BACHILLER NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
MUESTRA : CALICATA N° 2 MARGEN IZQUIERDO - COORDENADAS. 15.540853 - 70.06524 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 7 % CC FECHA : 17/06/2022
PROGRESIVA : km 3+800 PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.42m

MOLDE N°	UNID	7		8		9	
		55		26		12	
CAPAS		5		5		5	
GOLPES POR CAPA N°		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	14916	14956	14483	14648	14372	14739
PESO DEL MOLDE	gr.	8110	8110	8130	8130	8320	8320
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	3226	3226	3191	3191	3209	3209
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	6806	6846	6353	6518	6052	6416
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.110	2.122	1.991	2.043	1.886	1.999
TARRO N°		A-8	17	A-9	18	A-10	19
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	349.55	438.47	360.88	409.87	318.36	401.92
TARRO + SUELO SECO	gr.	308.68	381.19	319.74	348.61	282.24	335.94
PESO DEL TARRO	gr.	66.57	60.01	63.8	75.18	65.94	78.03
PESO DEL AGUA	gr.	40.87	57.29	41.12	61.26	36.12	65.98
PESO DEL SUELO SECO	gr.	242.11	301.17	255.94	273.43	216.3	257.91
HUMEDAD	%	16.88%	19.02%	16.07%	22.40%	16.70%	25.58%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.805	1.783	1.715	1.665	1.618	1.592

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
18/06/22	11:30 Am	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19/06/22	11:30 Am	24:00:00	33.00	0.34	0.66	45.00	1.14	0.90	57.00	1.45	1.14
20/06/22	11:30 Am	48:00:00	44.00	1.12	0.88	51.00	1.30	1.02	63.00	1.60	1.28
21/06/22	11:30 Am	72:00:00	45.00	1.22	0.96	60.00	1.52	1.20	70.00	1.78	1.40
22/06/22	11:30 Am	96:00:00	52.00	1.32	1.04	67.00	1.70	1.34	78.00	1.98	1.56

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
0:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0:30	0.635	0.025	71.2	71.2	3.6	36.1	36.1	1.9	27.4	27.4	1.4	27.4	27.4	1.4
1:00	1.270	0.050	102.4	102.4	5.2	60.4	60.4	3.1	48.2	48.2	2.4	48.2	48.2	2.4
1:30	1.900	0.075	146.2	146.2	7.4	95.2	95.2	4.8	65.1	65.1	3.3	65.1	65.1	3.3
2:00	2.540	0.100	178.2	178.2	9.0	120.3	120.3	6.1	80.2	80.2	4.1	80.2	80.2	4.1
3:00	3.810	0.150	251.0	251	12.7	199.2	199.2	8.0	106.2	106.2	5.4	106.2	106.2	5.4
4:00	5.060	0.200	318.1	318.1	16.1	192.0	192	9.7	128.2	128.2	6.5	128.2	128.2	6.5
5:00	6.350	0.250	372.0	372	18.8	229.2	229.2	11.6	148.8	148.8	7.4	148.8	148.8	7.4
6:00	7.620	0.300	418.0	418	21.1	253.0	253	12.8	160.0	160	8.1	160.0	160	8.1
8:00	10.160	0.400	476.0	476	24.1	278.0	278	14.1	173.2	173.2	8.8	173.2	173.2	8.8
10:00	12.700	0.500	494.0	494	25.0	278.0	278	14.0	165.3	165.3	8.4	165.3	165.3	8.4

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER

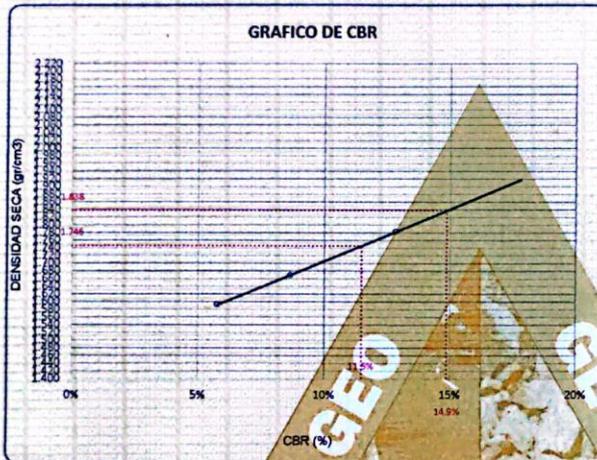


Elizabeth Copa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350



PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
SOLICITANTE : BACHILLER NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
MUESTRA : CALICATA N° 2 MARGEN IZQUIERDO - COORDENADAS: 16 540853 - 70.06524 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 7 % CC
PROGRESIVA : km 3+800

FECHA : 17/09/2022
PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.42m

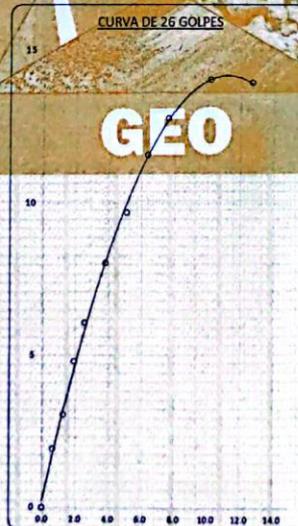
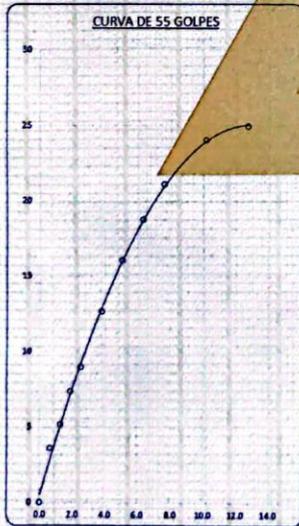


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01" AL 100% = 14.9%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 11.5%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.



Elizabeth
Elizabeth Copo Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 121350



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1567 / AASHTO T-180)

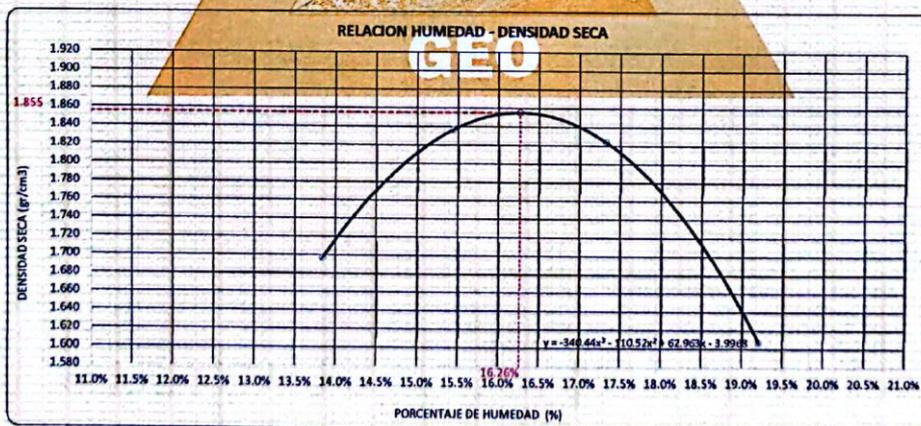
PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
 SOLICITANTE : BACHILLER. NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
 UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
 MUESTRA : CALICATA N° 2 MARGEN IZQUIERDO - COORDENADAS. 15.540853 - 70.06524 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 10 % CC
 FECHA : 17/06/2022
 PROGRESIVA : 3+800 PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.42m

DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE (A)	928	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3947	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5739	5914	5932	5724
P. DEL MOLDE	gr.	3947	3947	3947	3947
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1792	1967	1985	1777
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1.932	2.121	2.140	1.916

	No	10	11	12	13	14	15	16	17
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	430.95	412.60	422.59	386.25	408.37	380.47	393.70	357.19
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	388.62	371.28	377.34	344.75	359.42	318.59	342.49	312.61
PESO DE TARA	gr.	79.44	75.72	82.04	78.12	77.69	75.98	76.41	80.01
PESO DEL AGUA	gr.	42.33	41.32	45.25	41.50	48.95	41.88	51.21	44.58
PESO DE SUELO SECO	gr.	309.18	295.56	295.30	266.63	281.73	242.61	266.08	232.60
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	13.69%	13.98%	15.32%	15.56%	17.37%	17.26%	19.25%	19.17%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	13.84%		15.44%		17.32%		19.21%	
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.897		1.837		1.824		1.807	

RESULTADOS			
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.855	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
			16.26%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.

Elizabeth Acopa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIR. 121350



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

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES
 DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
 SOLICITANTE : BACHILLER NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
 UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
 MUESTRA : CALICATA N° 2 MARGEN IZQUIERDO - COORDENADAS. 15 540853 - 70.06524 - ADICIÓN 5 %
 DE CAL + 10 % CC
 PROGRESIVA : 3+800
 FECHA : 17/09/2022
 PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.42m

MOLDE N°	UNID.	5		5		5	
		55		26		12	
CAPAS							
GOLPES POR CAPA N°							
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	11998	12018	11908	12064	11816	11996
PESO DEL MOLDE	gr.	7434	7424	7556	7556	7620	7620
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm ³	2127	2127	2124	2124	2125	2125
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4564	4594	4352	4508	4196	4366
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm ³	2.146	2.160	2.049	2.122	1.975	2.055
TARRO N°		18	22	19	23	20	24
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	426.11	419.65	423.16	386.27	409.76	363.48
TARRO + SUELO SECO	gr.	378.12	367.17	375.42	327.37	363.76	305.42
PESO DEL TARRO	gr.	77.18	76.13	78.03	77.63	79.4	80.66
PESO DEL AGUA	gr.	47.99	52.68	47.74	58.9	46	58.06
PESO DEL SUELO SECO	gr.	300.94	291.04	297.39	249.74	284.36	224.76
HUMEDAD	%	15.95%	18.10%	16.06%	23.68%	16.18%	25.83%
		15.95%	18.10%	16.05%	23.58%	16.18%	25.83%
DENSIDAD SECA	gr./cm ³	1.851	1.829	1.766	1.717	1.700	1.633

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
18/06/22	2.00 Pm	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19/06/22	2.00 Pm	24:00:00	30.00	0.76	0.80	33.00	0.97	0.76	51.00	1.30	1.02
20/06/22	2.00 Pm	48:00:00	38.00	0.97	0.76	42.00	1.07	0.84	55.00	1.40	1.10
21/06/22	2.00 Pm	72:00:00	41.00	1.04	0.82	53.00	1.35	1.06	60.00	1.52	1.20
22/06/22	2.00 Pm	96:00:00	43.00	1.09	0.86	61.00	1.55	1.22	69.00	1.75	1.38

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
0:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0:30	0.635	0.025	79.0	79	4.0		66.2	66.2	2.6		27.2	27.2	1.4	
1:00	1.270	0.050	116.2	116.2	6.9		78.1	78.1	3.9		52.1	52.1	2.6	
1:30	1.900	0.075	152.4	152.4	7.7		108.0	108	5.5		68.4	68.4	3.5	
2:00	2.540	0.100	212.2	212.2	10.7		134.1	134.1	6.8		86.2	86.2	4.4	
3:00	3.810	0.150	280.1	280.1	14.2		173.3	173.3	8.8		114.1	114.1	5.8	
4:00	5.080	0.200	349.0	349	17.6		219.2	219.2	11.1		136.0	136	6.9	
5:00	6.350	0.250	415.3	415.3	21.0		248.0	248	12.5		158.2	158.2	8.0	
6:00	7.620	0.300	452.0	452	22.8		272.0	272	13.7		172.2	172.2	8.7	
8:00	10.160	0.400	506.0	506	25.6		302.2	302.2	15.3		186.1	186.1	9.4	
10:00	12.700	0.500	512.4	512.4	25.9		302.0	302	15.3		181.3	181.3	9.2	

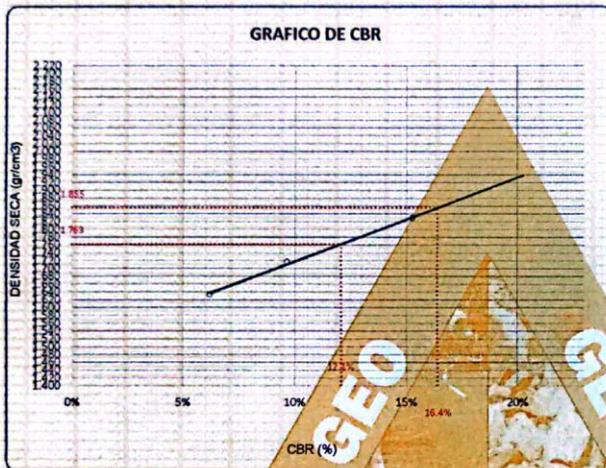
* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.



Elizabeth Copo Gordillo
Elizabeth Copo Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIR 121350



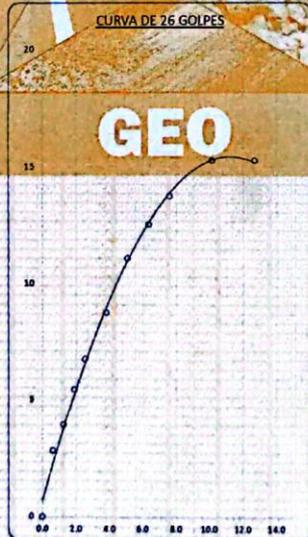
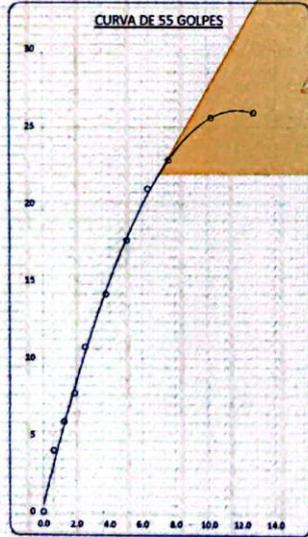
PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES PUNO 2022
SOLICITANTE : BACHILLER NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
MUESTRA : CALICATA N° 2 MARGEN IZQUIERDO - COORDENADAS 15 540853 - 70 06524 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 10 % CC
PROGRESIVA : 3+800
FECHA : 17/06/2022
PROFUNDIDAD : 0.18 - 1.42m



PARAMETROS DE C.B.R.
C.B.R. 01" AL 100% = 16.4%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 12.1%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER



Elizabeth C. Topa Gordillo
Elizabeth C. Topa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 121350



PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA, CARACOTO - SUCHES, PUNO 2022

SOLICITANTE : BACHILLER, NELSON ANDER CALDERON LOPEZ

UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES

MUESTRA : CALICATA N° 3 - MARGEN DERECHO, COODENADAS - 15.5425.12 - 70.068790 (Km 4+300)

PROFUNDIDAD : 0.12 - 1.40 m.

FECHA : 9 DE JUNIO DEL 2022

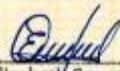
CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	350.78
SUELO SECO + TARRO	gr	322.94
PESO DEL TARRO	gr	63.92
PESO DEL AGUA	gr	27.84
PESO DEL SUELO SECO	gr	259.02
HUMEDAD %	%	10.75

LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LIQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
TARRO N°		Q	R	Q	R
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	39.18	38.87	18.25	17.35
SUELO SECO + TARRO	gr	35.40	35.21	17.13	16.36
PESO DEL TARRO	gr	24.39	24.53	10.63	10.99
PESO DEL AGUA	gr	3.78	3.66	1.12	0.99
PESO DEL SUELO SECO	gr	11.01	10.88	6.50	5.37
HUMEDAD %	%	34.33	34.27	17.23	18.44
N° DE GOLPES		22	22		
LÍMITE LIQUIDO %		33.77		LÍMITE PLÁSTICO % :	
				17.83	
ÍNDICE PLÁSTICO %			15.94		

LL = $W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Límite Líquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Número de Golpes


 Elizabeth Coopa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 111358

3 RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Geología - Geofísica - Geotecnia

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE CARRETERA, CARACOTO - SUCHES, PUNO 2022

SOLICITANTE : BACHILLER. NELSON ANDER CALDERON LOPEZ

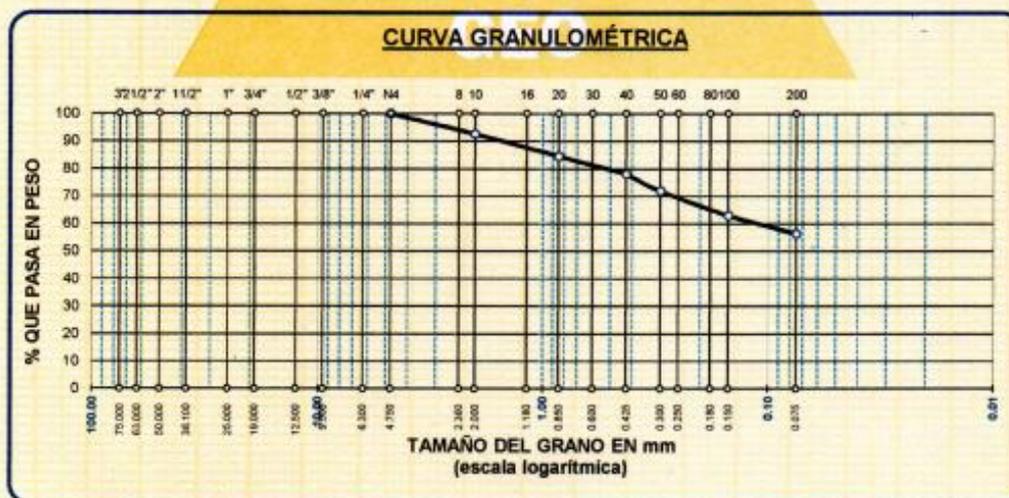
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES

MUESTRA : CALICATA N° 3 - MARGEN DERECHO, COODENADAS - 15.5425.12 - 70.068790 (Km 4+300)

PROFUNDIDAD : 0.12 - 1.40 m.

FECHA : 9 DE JUNIO DEL 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.I.= 250.00
2"	50.000						P.L.= 109.17
1 1/2"	38.100						P.P.= 140.83
1"	25.000						% w = 10.75
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						LL.= 33.77
3/8"	9.500						LP.= 17.83
1/4"	6.300						IP.= 15.94
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360						D10= --- Cu= ---
No10	2.000	18.24	7.30	7.30	92.70		D30= --- Cc= ---
No16	1.180						D60= 0.12
No20	0.850	20.15	8.06	15.36	84.64		CLASIFICACIÓN:
No30	0.600						I.G. = :
No40	0.425	16.28	6.51	21.87	78.13		SUCS : CL
No 50	0.300	15.80	6.24	28.11	71.89		ASSTHO : A-6 (6)
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	22.51	9.00	37.11	62.89		
No200	0.075	16.39	6.56	43.67	56.33		
BASE		140.83	56.33	100.00	0.00		
TOTAL		250.00	100.00				
% PERDIDA		56.33					



Elizabeth Copca Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121358

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA, CARACOTO - SUCHES, PUNO 2022

SOLICITANTE : BACHILLER. NELSON ANDER CALDERON LOPEZ

UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES

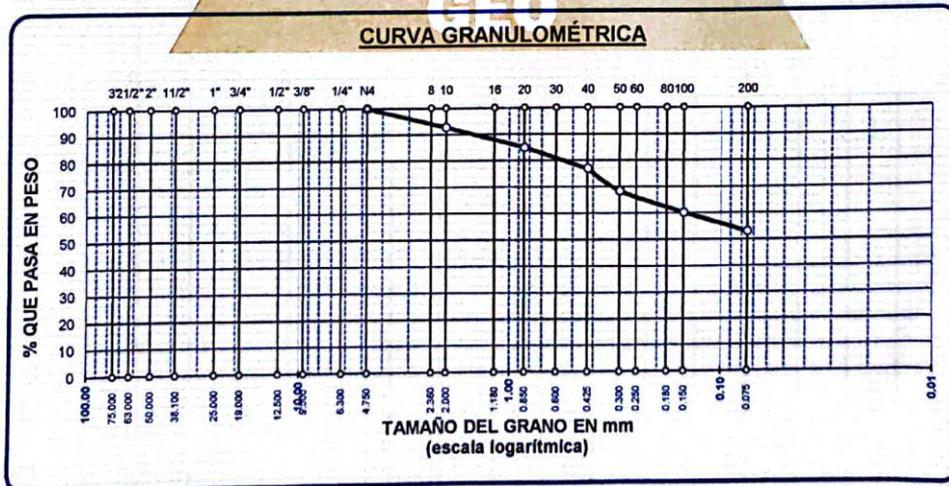
MUESTRA : CALICATA N°3 - MARGEN DERECHO, COORDENADAS. 15.542512 - 70.068790 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 10 % CC

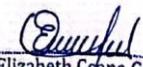
PROGRESIVA : Km 4+300

PROFUNDIDAD : 0.12 - 1.40 m.

FECHA : 9 DE JUNIO DEL 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.I.= 250.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 117.57
2"	50.000						P.P.= 132.43
1 1/2"	38.100						% W = 10.75
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						LL= 28.36
1/2"	12.500						L.P.= 14.43
3/8"	9.500						I.P.= 13.93
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		D10= — Cu= —
No8	2.360						D30= — Cc= —
No10	2.000	18.03	7.21	7.21	92.79		D60= 0.15
No16	1.180						CLASIFICACIÓN:
No20	0.850	19.31	7.72	14.94	85.06		I.G. = :
No30	0.600						SUCS : CL
No40	0.425	20.18	8.07	23.01	76.99		ASSTHO : A-6 (4)
No 50	0.300	21.14	8.46	31.46	68.54		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	20.64	8.26	39.72	60.28		
No200	0.075	18.27	7.31	47.03	52.97		
BASE		132.43	52.97	100.00	0.00		
TOTAL		250.00	100.00				
% PERDIDA		52.97					




Elizabeth Coopa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO
URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA, CARACOTO - SUCHES, PUNO 2022

SOLICITANTE : BACHILLER. NELSON ANDER CALDERON LOPEZ

UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES

MUESTRA : CALICATA N°3 - MARGEN DERECHO, COORDENADAS. 15.542512 - 70.068790 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 10 % CC

PROGRESIVA : Km 4+300

PROFUNDIDAD : 0.12 - 1.40 m.

FECHA : 9 DE JUNIO DEL 2022

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	
SUELO SECO + TARRO	gr	
PESO DEL TARRO	gr	
PESO DEL AGUA	gr	
PESO DEL SUELO SECO	gr	
HUMEDAD %	%	

LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LIQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO	
	P	Q	P	Q
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	36.84	16.83	16.60
SUELO SECO + TARRO	gr	34.20	15.97	15.87
PESO DEL TARRO	gr	25.08	10.21	10.63
PESO DEL AGUA	gr	2.64	0.86	0.73
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.12	5.76	5.24
HUMEDAD %	%	28.95	14.93	13.93
N° DE GOLPES		21		21

LÍMITE LIQUIDO % : 28.36 **LÍMITE PLÁSTICO %** : 14.43

ÍNDICE PLÁSTICO % : 13.93

LL = $W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Límite Líquido
 W_n = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Número de Golpes


 Elizabeth Ccoppa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP. 121350

RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO
 URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Geología - Geofísica - Geotecnia

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA, CARACOTO - SUCHES, PUNO 2022

SOLICITANTE : BACHILLER. NELSON ANDER CALDERON LOPEZ

UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES

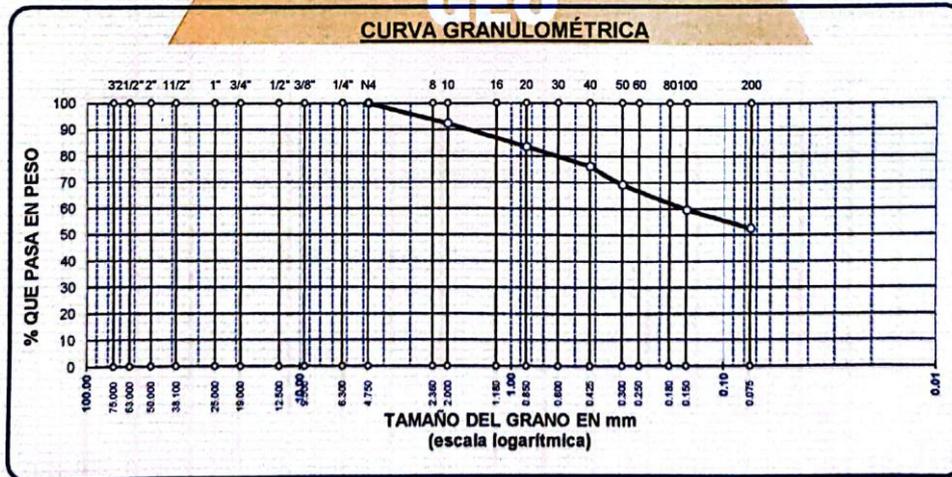
MUESTRA : CALICATA N°3 - MARGEN DERECHO, COORDENADAS. 15.542512 - 70.068790 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 7 % CC

PROGRESIVA : Km 4+300

PROFUNDIDAD : 0.12 - 1.40 m.

FECHA : 9 DE JUNIO DEL 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 250.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 118.70
2"	50.000						P.P.= 131.30
1 1/2"	38.100						% W = 12.08
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L.= 29.76
1/2"	12.500						L.P.= 15.39
3/8"	9.500						I.P.= 14.37
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		D10= — Cu= —
No8	2.360						D30= — Cc= —
No10	2.000	19.02	7.61	7.61	92.39		D60= 0.15
No16	1.180						CLASIFICACIÓN:
No20	0.850	22.19	8.88	16.48	83.52		I.G. =
No30	0.600						SUCS : CL
No40	0.425	18.41	7.36	23.85	76.15		ASSTHO : A-6 (4)
No 50	0.300	17.11	6.84	30.69	69.31		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	24.03	9.61	40.30	59.70		
No200	0.075	17.94	7.18	47.48	52.52		
BASE		131.30	52.52	100.00	0.00		
TOTAL		250.00	100.00				
% PERDIDA		52.52					



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

Elizabeth Copo Gordillo
Elizabeth Copo Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 121350

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA, CARACOTO - SUCHES, PUNO 2022
SOLICITANTE : BACHILLER. NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
MUESTRA : CALICATA N°3 - MARGEN DERECHO, COORDENADAS. 15.542512 - 70.068790 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 7 % CC
PROGRESIVA : Km 4+300
PROFUNDIDAD : 0.12- 1.40 m.
FECHA : 9 DE JUNIO DEL 2022

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	
SUELO SECO + TARRO	gr	
PESO DEL TARRO	gr	
PESO DEL AGUA	gr	
PESO DEL SUELO SECO	gr	
HUMEDAD %	%	

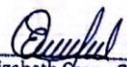
LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

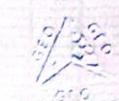
LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
TARRO N°		N	O	N	O
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	40.06	39.20	16.31	16.07
SUELO SECO + TARRO	gr	36.60	35.79	15.51	15.28
PESO DEL TARRO	gr	24.85	24.04	10.26	10.20
PESO DEL AGUA	gr	3.46	3.41	0.80	0.79
PESO DEL SUELO SECO	gr	11.75	11.75	5.25	5.08
HUMEDAD %	%	29.45	29.02	15.24	15.55
N° DE GOLPES		29	29		

LÍMITE LÍQUIDO % : 29.76 **LÍMITE PLÁSTICO %** : 15.39

ÍNDICE PLÁSTICO % : 14.37

$LL = Wn * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Límite Líquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Número de Golpes


Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 121350

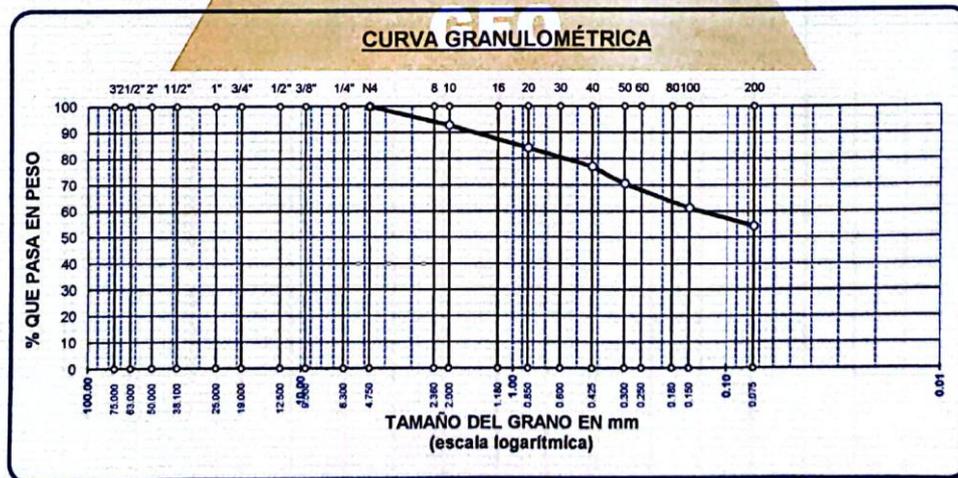




ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA, CARACOTO - SUCHES, PUNO 2022
SOLICITANTE : BACHILLER. NELSON ANDER CALDERÓN LOPEZ
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
MUESTRA : CALICATA N°3 - MARGEN DERECHO, COORDENADAS. 15.542512 - 70.068790 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 4 % CC
PROFUNDIDAD : Km 4+300
FECHA : 9 DE JUNIO DEL 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 250.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 113.91
2"	50.000						P.P.= 136.09
1 1/2"	38.100						% W = 11.94
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L.= 31.44
1/2"	12.500						L.P.= 16.40
3/8"	9.500						I.P.= 15.03
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		D10= — Cu= —
No8	2.360						D30= — Cc= —
No10	2.000	17.96	7.18	7.18	92.82		D60= 0.14
No16	1.180						CLASIFICACIÓN:
No20	0.850	21.78	8.71	15.90	84.10		I.G. =
No30	0.600						SUCS : CL
No40	0.425	17.60	7.04	22.94	77.06		ASSTHO : A-6 (5)
No 50	0.300	16.08	6.43	29.37	70.63		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	23.40	9.36	38.73	61.27		
No200	0.075	17.09	6.84	45.56	54.44		
BASE		136.09	54.44	100.00	0.00		
TOTAL		250.00	100.00				
% PERDIDA		54.44					



Elizabeth Ccopa Gordillo
Elizabeth Ccopa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIR. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO
 URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y GENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA, CARACOTO - SUCHES, PUNO 2022

SOLICITANTE : BACHILLER. NELSON ANDER CALDERON LOPEZ

UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES

MUESTRA : CALICATA N°3 - MARGEN DERECHO, COORDENADAS. 15.542512 - 70.068790 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 4'

PROGRESIVA : Km 4+300

PROFUNDIDAD : 0.12 - 1.40 m

FECHA : 9 DE JUNIO DEL 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108**

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	
SUELO SECO + TARRO	gr	
PESO DEL TARRO	gr	
PESO DEL AGUA	gr	
PESO DEL SUELO SECO	gr	
HUMEDAD %	%	

**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90**

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
	M	N	M	N	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	40.32	39.64	16.95	17.52
SUELO SECO + TARRO	gr	36.61	35.79	16.10	16.58
PESO DEL TARRO	gr	24.85	23.62	10.88	10.89
PESO DEL AGUA	gr	3.71	3.85	0.85	0.94
PESO DEL SUELO SECO	gr	11.76	12.17	5.22	5.69
HUMEDAD %	%	31.55	31.64	16.28	16.52
N° DE GOLPES		24	24		

LÍMITE LÍQUIDO % : 31.44 LÍMITE PLÁSTICO % : 16.40

ÍNDICE PLÁSTICO % : 15.03

$LL = Wn * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Límite Líquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Número de Golpes


Elizabeth Copca Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP: 121350

RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-190)

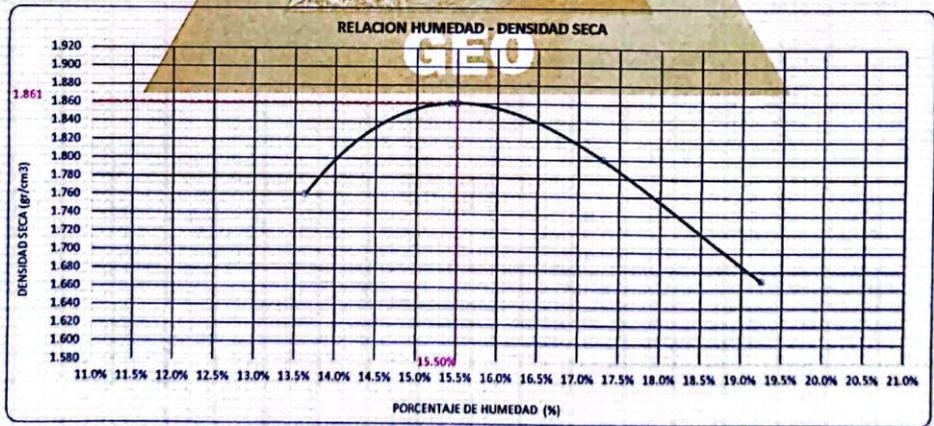
PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
SOLICITANTE : BACHILLER. NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
MUESTRA : CALICATA N° 3 MARGEN DERECHO - COORDENADAS. 15.542512 - 70.068790 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 10 % CC
PROGRESIVA : Km 4+300
FECHA : 23/06/2022
PROFUNDIDAD : 0.12 - 1.40m

DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE (A)	928 cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5	
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3947	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5903	5939	5906	5794
P. DEL MOLDE	gr.	3947	3947	3947	3947
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1856	1992	1959	1847
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	2.001	2.148	2.112	1.991

	No	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9	A-10	A-11
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	350.18	339.52	345.58	290.41	310.48	370.95	330.48	328.15
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	316.38	306.36	307.62	259.73	274.34	325.93	287.45	284.24
PESO DE TARA	gr.	64.66	66.69	56.90	64.22	66.57	63.80	65.94	64.33
PESO DEL AGUA	gr.	33.80	33.16	37.96	30.68	36.14	45.02	43.03	41.91
PESO DE SUELO SECO	gr.	251.72	239.67	250.72	195.51	207.77	262.13	221.51	219.91
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	13.43%	13.84%	15.14%	15.69%	17.39%	17.17%	19.43%	19.06%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	13.63%		15.42%		17.28%		19.24%	
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.761		1.861		1.801		1.670	

RESULTADOS				
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.861	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	15.50%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.

Elizabeth Copacordillo
 Elizabeth Copacordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 (R. 121350)



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

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
SOLICITANTE : BACHILLER. NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
MUESTRA : CALICATA N° 3 MARGEN DERECHO - COORDENADAS. 15.542512 - 70.068790 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 10 % CC
PROGRESIVA : Km 4+300
FECHA : 23/06/2022
PROFUNDIDAD : 0.12 - 1.40m

MOLDE N°	UNID	4		5		6	
		5		5		5	
CAPAS		55		26		12	
GOLPES POR CAPA N°		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	14868	14978	15035	15216	14610	14998
PESO DEL MOLDE	gr.	8010	8010	8510	8510	8340	8340
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm ³	3200	3200	3170	3170	3191	3191
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	6858	6966	6525	6706	6270	6658
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm ³	2.143	2.177	2.058	2.115	1.965	2.088
TARRO N°		13	21	14	22	15	23
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	391.38	439.82	405.28	408.47	361.75	417.62
TARRO + SUELO SECO	gr.	350.03	382.17	361.13	346.27	324.18	345.42
PESO DEL TARRO	gr.	78.12	80.04	77.69	76.13	75.98	77.68
PESO DEL AGUA	gr.	41.35	57.85	44.15	62.2	37.57	72.2
PESO DEL SUELO SECO	gr.	271.91	302.13	283.44	270.14	248.2	267.74
HUMEDAD	%	15.21%	19.09%	15.58%	23.03%	15.14%	26.97%
DENSIDAD SECA	gr./cm ³	1.860	1.828	1.781	1.720	1.707	1.643

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
24/06/22	1.50 Pm	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25/06/22	1.50 Pm	24:00:00	27.00	0.69	0.54	40.00	1.02	0.80	48.00	1.22	0.96
26/06/22	1.50 Pm	48:00:00	36.00	0.91	0.72	45.00	1.14	0.90	57.00	1.45	1.14
27/06/22	1.50 Pm	72:00:00	41.00	1.04	0.82	49.00	1.24	0.98	59.00	1.50	1.18
28/06/22	1.50 Pm	96:00:00	45.00	1.14	0.90	58.00	1.47	1.16	74.00	1.88	1.48

PENETRACIÓN

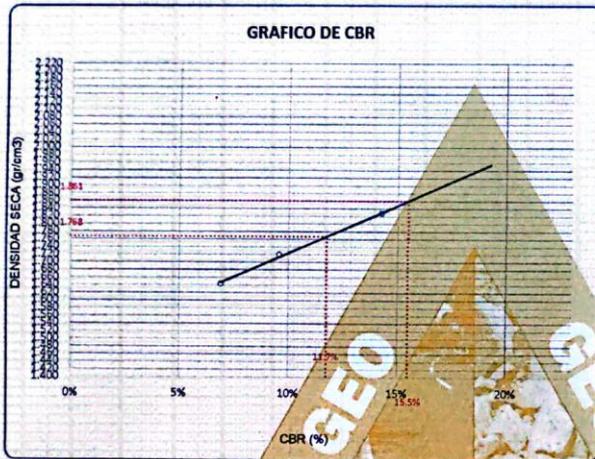
TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	puhg.												
0:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0:30	0.635	0.025	87.2	87.2	4.4		50.1	50.1	2.5		35.0	35	1.8	
1:00	1.270	0.050	112.1	112.1	5.7		71.1	71.1	3.6		60.1	60.1	3.0	
1:30	1.905	0.075	162.1	162.1	8.2		108.2	108.2	5.5		78.0	78	3.9	
2:00	2.540	0.100	198.2	198.2	10.0		133.2	133.2	6.7		96.2	96.2	4.9	
3:00	3.810	0.150	274.3	274.3	13.9		176.2	176.2	8.9		116.4	116.4	5.9	
4:00	5.080	0.200	331.2	331.2	16.7		209.4	209.4	10.6		143.1	143.1	7.2	
5:00	6.350	0.250	390.1	390.1	19.7		248.3	248.3	12.6		162.3	162.3	8.2	
6:00	7.620	0.300	432.2	432.2	21.8		272.0	272	13.7		178.1	178.1	9.0	
8:00	10.160	0.400	492.3	492.3	24.9		298.0	298	15.1		191.0	191	9.7	
10:00	12.700	0.500	504.1	504.1	25.5		290.0	290	14.7		182.0	182	9.2	

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER


Elizabeth Copca Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 121350



PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO SUCHE, PUÑO 2022
SOLICITANTE : BACHILLER NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHE
MUESTRA : CALICATA N° 3 MARGEN DERECHO - COORDENADAS 15.542512 - 70.068790 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 10 % CC
FECHA : 23/06/2022
PROGRESIVA : Km 4+300
PROFUNDIDAD : 0.12 - 1.40m
PROGRESIVA : Km 44 + 880 (EJE DE CARRETERA)

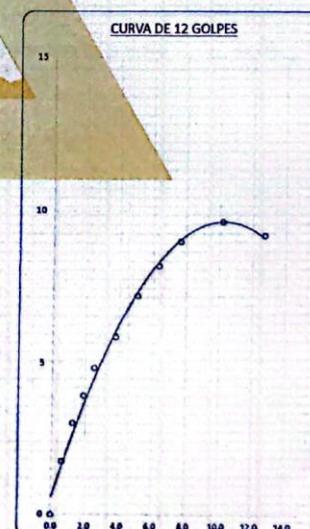
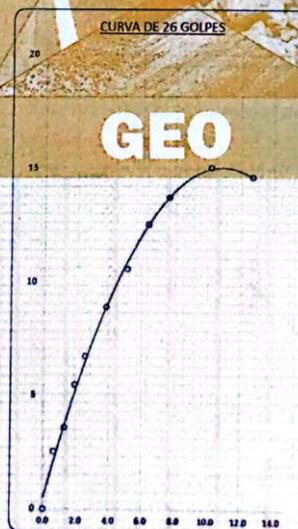
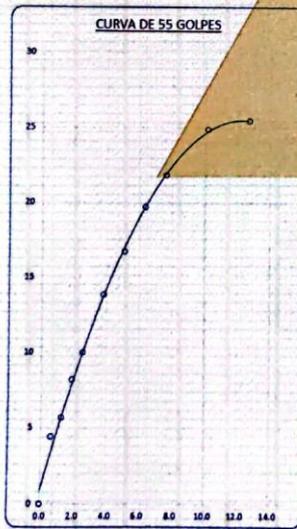


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01" AL 100% = 15.5%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 11.7%

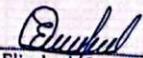
LEYENDA

— CURVA A 0.1"



*LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.




Elizabeth Gcopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 121350



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

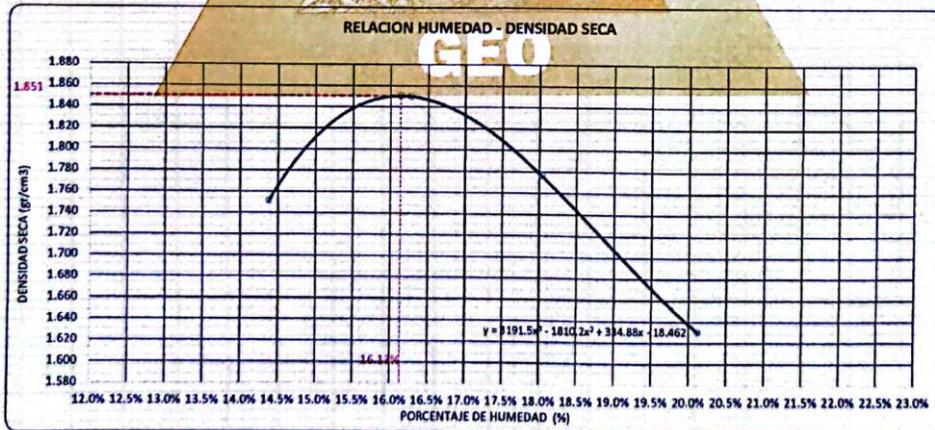
PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
 SOLICITANTE : BACHILLER. NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
 UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
 MUESTRA : CALICATA N° 3 MARGEN DERECHO - COORDENADAS. 15.542512 - 70.068790 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 7 % CC
 FECHA : 23/06/2022
 PROGRESIVA : Km 4+300 PROFUNDIDAD : 0.12 - 1.40m

DIAMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE (A)	928	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3947	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5805	5942	5892	5764
P. DEL MOLDE	gr.	3947	3947	3947	3947
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1858	1995	1945	1817
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	2.003	2.151	2.097	1.959

	No	A-19	A-20	A-21	A-22	A-23	A-24	A-1	1-2
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	358.42	405.83	370.28	416.67	319.52	412.67	395.17	416.57
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	321.34	363.38	327.75	367.48	280.43	359.41	340.05	357.48
PESO DE TARA	gr.	66.40	64.70	65.92	65.80	64.04	63.42	64.74	65.05
PESO DEL AGUA	gr.	37.08	42.45	42.53	49.19	39.09	53.26	55.12	59.09
PESO DE SUELO SECO	gr.	254.94	298.68	261.83	301.68	216.39	295.99	275.31	292.43
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	14.54%	14.21%	16.24%	16.31%	18.06%	17.99%	20.02%	20.21%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	14.38%		16.27%		18.03%		20.11%	
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.751		1.850		1.777		1.631	

RESULTADOS			
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.851	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
			16.13%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.

Elizabeth Ceopa Gordillo
 Elizabeth Ceopa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP. 121350



VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
 (MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
 SOLICITANTE : BACHILLER, NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
 UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
 MUESTRA : CALICATA N° 3 MARGEN DERECHO - COORDENADAS. 15.542512 - 70.068790 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 7 % CC
 PROGRESIVA : Km 4+300
 FECHA : 23/06/2022
 PROFUNDIDAD : 0.12 - 1.40m

MOLDE N°	UNID.	G		H		I	
		5	5	5	5	5	5
CAPAS		55		26		12	
GOLPES POR CAPA N°		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	15072	15102	14655	14851	14504	14938
PESO DEL MOLDE	gr.	8110	8110	8130	8130	8320	8320
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm ³	3226	3226	3191	3191	3209	3209
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	6962	6992	6535	6721	6184	6668
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm ³	2.158	2.167	2.048	2.106	1.927	2.078
TARRO N°		10	A-6	11	A-7	12	A-8
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	413.58	360.47	421.33	395.71	380.47	362.48
TARRO + SUELO SECO	gr.	366.48	312.32	372.84	332.97	338.07	299.4
PESO DEL TARRO	gr.	79.44	65.9	75.72	64.22	82.04	66.57
PESO DEL AGUA	gr.	47.1	48.15	43.39	62.74	42.4	63.08
PESO DEL SUELO SECO	gr.	287.04	246.42	297.22	268.75	256.03	232.83
HUMEDAD	%	16.41%	19.54%	16.28%	23.35%	16.56%	27.09%
DENSIDAD SECA	gr./cm ³	1.854	1.813	1.761	1.708	1.653	1.635

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		
			DIAL	m.m.	%	DIAL	m.m.	%	DIAL	m.m.	%
24/06/22	11:40 Am	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
25/06/22	11:40 Am	24:00:00	29.00	0.74	0.58	42.00	1.07	0.84	52.00	1.32	1.04
26/06/22	11:40 Am	48:00:00	33.00	0.97	0.76	43.00	1.22	0.96	60.00	1.52	1.20
27/06/22	11:40 Am	72:00:00	45.00	1.14	0.90	52.00	1.32	1.04	72.00	1.83	1.44
28/06/22	11:40 Am	96:00:00	49.00	1.24	0.98	61.00	1.55	1.22	79.00	2.01	1.58

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
0:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0:30	0.635	0.025	80.3	80.25	4.1		42.2	42.2	2.1		30.1	30.1	1.5	
1:00	1.270	0.050	108.1	108.1	5.4		68.1	68.1	3.3		52.2	52.2	2.6	
1:30	1.905	0.075	154.2	154.2	7.8		100.0	100	5.1		69.4	69.4	3.5	
2:00	2.540	0.100	189.0	189	9.6		129.3	129.3	6.5		83.2	83.2	4.2	
3:00	3.810	0.150	262.1	262.1	13.2		168.1	168.1	8.5		109.1	109.1	5.5	
4:00	5.080	0.200	327.4	327.4	16.5		200.0	200	10.1		132.2	132.2	6.7	
5:00	6.350	0.250	381.1	381.1	19.3		238.4	238.4	11.9		150.4	150.4	7.6	
6:00	7.620	0.300	423.4	423.4	21.4		261.0	261	13.2		166.0	166	8.4	
8:00	10.160	0.400	484.2	484.2	24.5		283.0	283	14.3		180.0	180	9.1	
10:00	12.700	0.500	498.0	498	25.2		280.0	280	14.2		176.2	176.2	8.9	

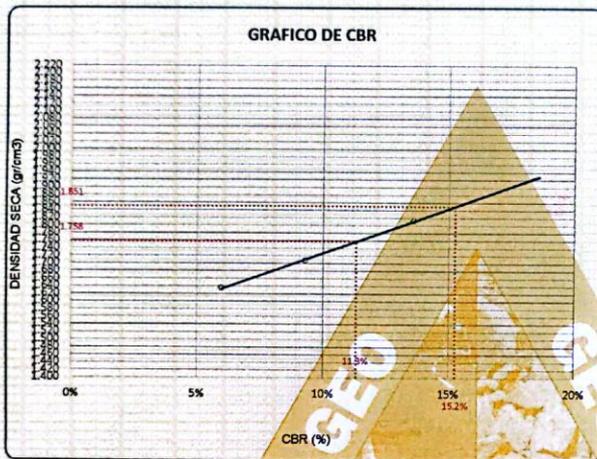
* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER

Elizabeth Copo Gordillo
Elizabeth Copo Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIR. 121350





PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑERÍA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
SOLICITANTE : BACHILLER, NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
MUESTRA : CALICATA N° 3 MARGEN DERECHO - COORDENADAS 15 542512 - 70 068790 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 7 % CC **FECHA** : 23/06/2022
PROGRESIVA : Km 4+300 **PROFUNDIDAD** : 0.12 - 1.40m

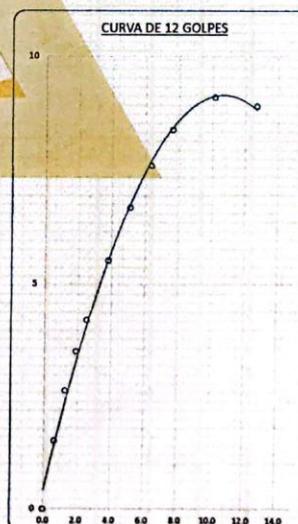
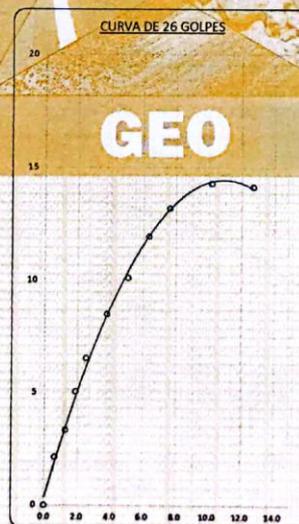
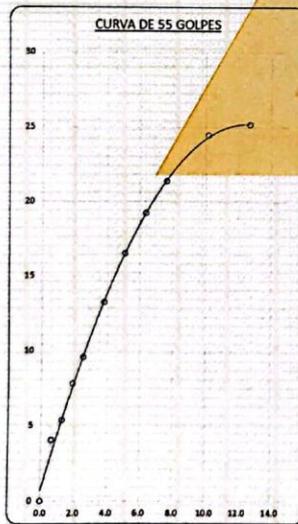


PARAMETROS DE C.B.R.

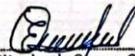
C.B.R. 01" AL 100% = 15.2%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 11.3%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.


Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-100)

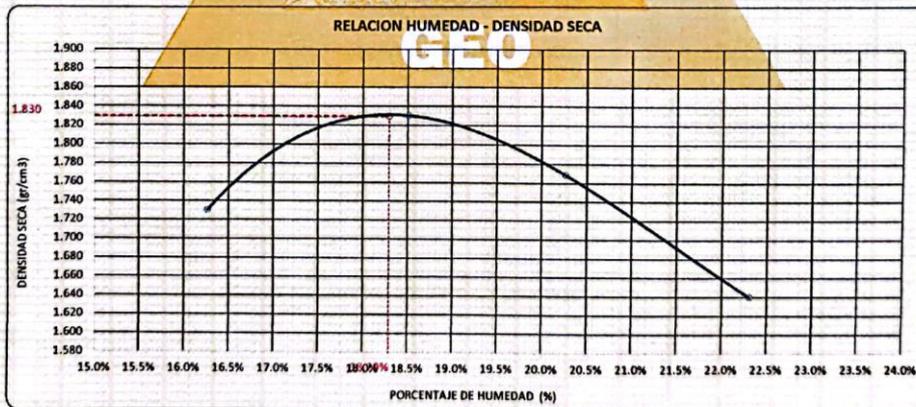
PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
 SOLICITANTE : BACHILLER, NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
 UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
 MUESTRA : CALICATA N° 3 MARGEN DERECHO - COORDENADAS. 15.542512 - 70.068790 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 4 % CC FECHA : 23/06/2022
 PROGRESIVA : Km. 4+300 PROFUNDIDAD : 0.12 - 1.40m

DIAMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE (B)	926	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3740	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5902	5748	5709	5597
P. DEL MOLDE	gr.	3740	3740	3740	3740
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1862	2008	1969	1857
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³	2.011	2.169	2.127	2.006

	No	A-11	A-12	A-13	A-14	A-15	A-16	A-17	A-18
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	269.28	310.40	362.41	309.47	350.84	335.48	268.71	327.54
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	240.92	275.86	316.38	270.83	302.29	290.04	231.18	280.13
PESO DE TARA	gr.	64.33	69.08	63.98	65.17	64.83	63.78	64.91	65.07
PESO DEL AGUA	gr.	28.36	34.54	46.03	38.64	48.55	45.44	37.53	47.41
PESO DE SUELO SECO	gr.	176.59	209.78	252.40	205.66	237.46	226.26	166.27	215.06
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	16.06%	16.46%	18.24%	18.79%	20.45%	20.08%	22.57%	22.05%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	16.26%		18.51%		20.26%		22.31%	
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.730		1.830		1.768		1.640	

RESULTADOS			
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.830	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
			18.29%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.



Elizabeth
Elizabeth Copa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIR 121350



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

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
SOLICITANTE : BACHILLER, NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
MUESTRA : CALICATA N° 3 MARGEN DERECHO - COORDENADAS. 15.542512 - 70.068790 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 4 % CC FECHA : 23/06/2022
PROGRESIVA : Km. 4+300 PROFUNDIDAD : 0.12 - 1.40m

MOLDE N°	UNID	D		E		F	
		5	5	5	5	5	5
CAPAS		55		28		12	
GOLPES POR CAPA N°		55		28		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	14959	15060	14749	14846	14570	14726
PESO DEL MOLDE	gr.	8042	8042	8090	8090	8190	8190
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	3170	3170	3198	3198	3192	3192
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	6917	7018	6659	6756	6390	6546
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.182	2.214	2.082	2.113	2.002	2.051
TARRO N°		7	A-1	8	A-2	9	A-3
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	300.62	309.76	340.38	319.44	339.55	310.88
TARRO + SUELO SECO	gr.	265.75	263.81	298.45	264.14	300.13	252.17
PESO DEL TARRO	gr.	79.58	64.74	75.5	65.05	80.91	63.44
PESO DEL AGUA	gr.	34.87	45.95	41.92	55.3	39.42	58.71
PESO DEL SUELO SECO	gr.	186.17	199.07	222.96	199.09	219.22	188.73
HUMEDAD	%	18.73%	23.08%	18.80%	27.78%	17.98%	31.11%
		18.73%	23.08%	18.80%	27.78%	17.98%	31.11%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.838	1.799	1.763	1.653	1.697	1.564

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
24/06/22	9.50 Pm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25/06/22	9.50 Pm	24:00:00	32.00	0.81	0.64	47.00	1.19	0.94	57.00	1.45	1.14
26/06/22	9.50 Pm	48:00:00	43.00	1.09	0.86	54.00	1.37	1.08	64.00	1.63	1.28
27/06/22	9.50 Pm	72:00:00	49.00	1.24	0.98	65.00	1.65	1.30	79.00	2.01	1.58
28/06/22	9.50 Pm	96:00:00	54.00	1.37	1.08	69.00	1.75	1.38	83.00	2.11	1.68

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
0:00	0.000	0.000	0.0	0.0	kg/cm2	kg/cm2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0:30	0.635	0.025	60.2	60.2	3.0	31.2	31.2	1.8	25.2	25.2	1.3			
1:00	1.270	0.050	96.3	96.3	4.9	57.1	57.1	2.9	40.1	40.1	2.0			
1:30	1.900	0.075	131.1	131.1	6.8	88.0	88	4.4	60.2	60.2	3.0			
2:00	2.540	0.100	169.4	169.4	8.8	115.3	115.3	5.8	77.2	77.2	3.9			
3:00	3.810	0.150	223.0	223	11.3	156.0	156	7.9	99.1	99.1	5.0			
4:00	5.080	0.200	287.2	287.2	14.6	193.0	193	9.8	119.2	119.2	6.0			
5:00	6.350	0.250	321.1	321.1	16.2	229.2	229.2	11.8	136.4	136.4	6.9			
6:00	7.620	0.300	360.0	360	18.2	253.2	253.2	12.8	148.1	148.1	7.5			
8:00	10.160	0.400	388.0	388	19.8	290.4	290.4	14.7	156.2	156.2	7.9			
10:00	12.700	0.500	372.0	372	18.8	301.0	301	15.2	143.1	143.1	7.2			

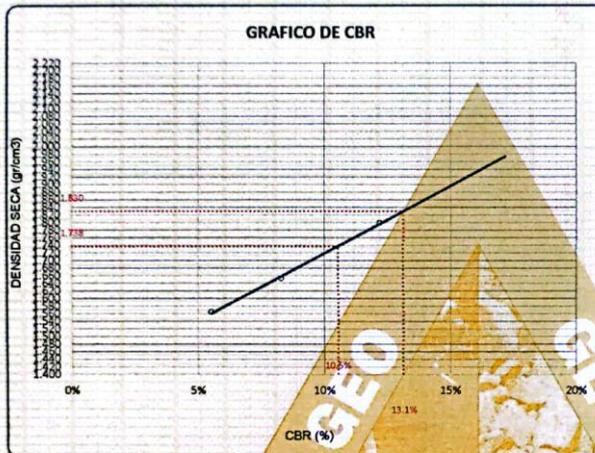
* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER


Elizabeth Copca Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP: 121350



PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
SOLICITANTE : BACHILLER NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
MUESTRA : CALICATA N° 3 MARGEN DERECHO - COORDENADAS 15.542512 - 70.068790 - ADICIÓN 5 % DE CAL + 4 % CC
PROGRESIVA : Km 4+300

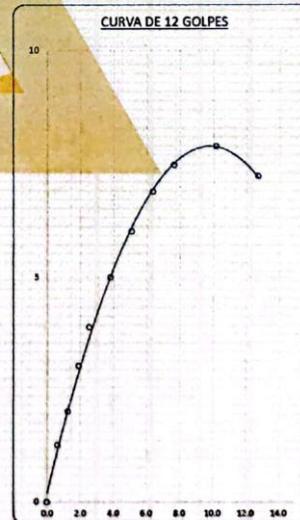
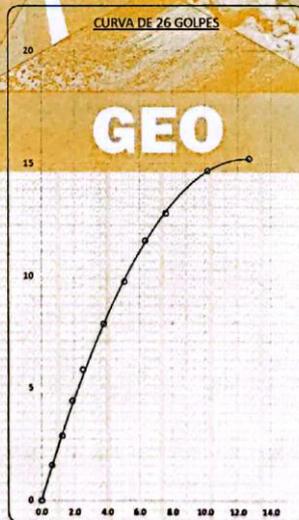
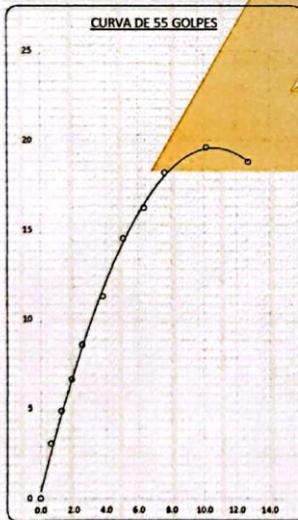
FECHA : 23/06/2022
PROFUNDIDAD : 0.12 - 1.40m



PARAMETROS DE C.B.R.
C.B.R. 01" AL 100% = 13.1%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 10.5%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.



Elizabeth Copo Gordillo
Elizabeth Copo Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

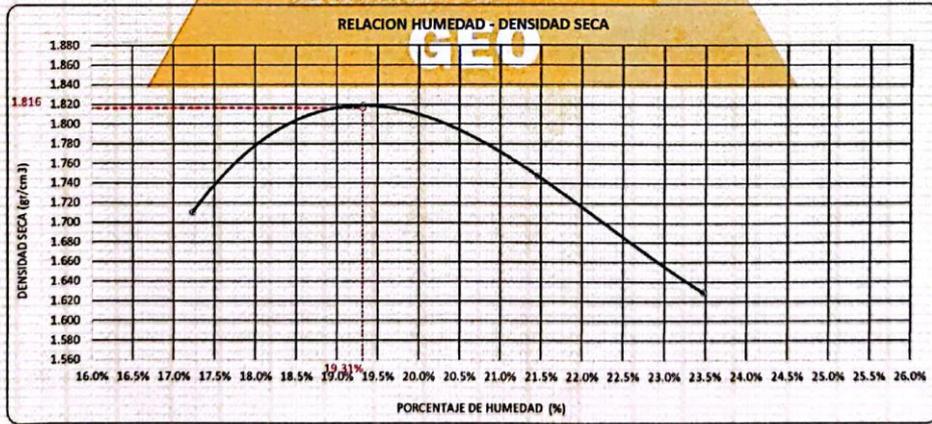
PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
SOLICITANTE : BACHILLER, NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
MUESTRA : CALICATA N° 3 MUESTRA NATURAL MARGEN DERECHO - COORDENADAS. 15.542512 - 70.068790 **FECHA :** 23/06/2022
PROGRESIVA : Km 4+300 **PROFUNDIDAD :** 0.12 - 1.40m

DIAMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE (B)	926 cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5	
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3740	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5695	5749	5705	5602
P. DEL MOLDE	gr.	3740	3740	3740	3740
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1856	2009	1965	1862
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³	2.005	2.170	2.123	2.011

	No	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9	A-10
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	290.37	310.96	315.44	283.40	319.81	337.20	326.49	302.47
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	256.96	274.82	275.32	248.05	274.59	289.43	276.83	257.24
PESO DE TARA	gr.	63.44	64.66	66.69	65.90	64.22	66.57	63.80	65.94
PESO DEL AGUA	gr.	33.41	36.14	40.12	35.35	45.22	47.77	49.68	45.23
PESO DE SUELO SECO	gr.	193.52	210.16	208.63	182.15	210.37	222.86	213.03	191.30
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	17.26%	17.20%	19.23%	19.41%	21.50%	21.43%	23.31%	23.64%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	17.23%		19.32%		21.47%		23.48%	
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.710		1.819		1.748		1.629	

RESULTADOS				
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.816	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	19.31%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.



Elizabeth
Elizabeth Zoopa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 121350



VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑAMBA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUNO 2022
SOLICITANTE : BACHILLER NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
MUESTRA : CALICATA N° 3 MUESTRA NATURAL MARGEN DERECHO - COORDENADAS. 15.542512 - 70.068790 FECHA : 23/06/2022
PROGRESIVA : Km 4+300 PROFUNDIDAD : 0.12 - 1.40m

MOLDE N° CAPAS GOLPES POR CAPA N° CONDICIÓN DE MUESTRA	UNID.	A		B		C	
		55		26		12	
		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	14860	14892	14695	14824	14904	14729
PESO DEL MOLDE	gr.	8030	8030	8150	8150	8290	8290
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	3170	3170	3173	3173	3179	3179
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	6830	6862	6545	6674	6314	6439
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.155	2.165	2.063	2.103	1.986	2.025
TARRO N°		4	A-22	5	A-23	6	A-24
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	382.14	296.18	363.82	306.47	339.84	341.25
TARRO + SUELO SECO	gr.	333.64	255.24	317.31	257.39	298.36	280.52
PESO DEL TARRO	gr.	76.92	65.8	78.31	64.04	81.16	63.42
PESO DEL AGUA	gr.	48.5	40.94	46.51	49.08	41.48	60.73
PESO DEL SUELO SECO	gr.	256.72	189.44	239	193.35	217.2	217.1
HUMEDAD	%	18.89%	21.61%	19.46%	25.38%	19.10%	27.97%
		18.89%	21.61%	19.46%	25.38%	19.10%	27.97%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.812	1.780	1.727	1.678	1.668	1.583

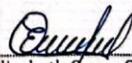
ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN		
			DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
24/06/22	7.50 AM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25/06/22	7.50 AM	24.00.00	38.00	0.91	0.72	51.00	1.30	1.02	59.00	1.50	1.18
26/06/22	7.50 AM	48.00.00	47.00	1.19	0.94	59.00	1.50	1.18	68.00	1.73	1.36
27/06/22	7.50 AM	72.00.00	51.00	1.30	1.02	68.00	1.73	1.36	82.00	2.08	1.64
28/06/22	7.50 AM	96.00.00	59.00	1.50	1.18	73.00	1.85	1.46	87.00	2.21	1.74

FALTA

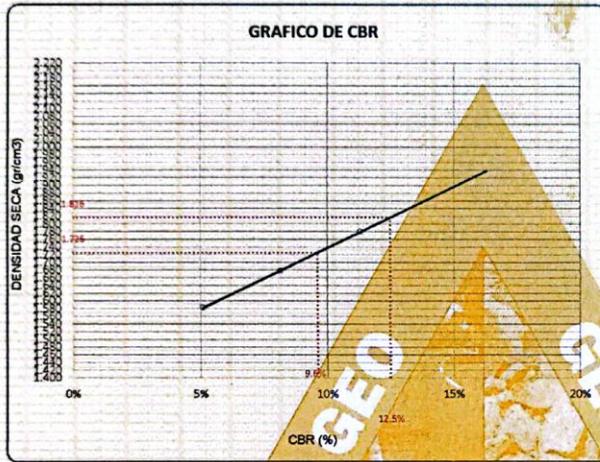
TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
0:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0:30	0.635	0.025	66.2	56.2	2.8		32.0	32	1.6		29.1	29.1	1.5	
1:00	1.270	0.050	80.1	80.1	4.0		51.2	51.2	2.6		41.2	41.2	2.1	
1:30	1.905	0.075	112.0	112	5.7		85.1	85.1	4.3		60.1	60.1	3.0	
2:00	2.540	0.100	157.2	157.2	7.9		113.4	113.4	5.7		71.0	71	3.6	
3:00	3.810	0.150	209.1	209.1	10.6		152.1	152.1	7.7		92.3	92.3	4.7	
4:00	5.080	0.200	262.0	262	13.2		186.3	186.3	9.4		111.2	111.2	5.8	
5:00	6.350	0.250	310.2	310.2	15.7		218.4	218.4	11.0		130.0	130	6.6	
6:00	7.620	0.300	342.0	342	17.3		248.0	248	12.5		142.1	142.1	7.2	
8:00	10.160	0.400	380.2	380.2	19.2		284.1	284.1	14.4		155.2	155.2	7.8	
10:00	12.700	0.500	382.0	382	19.3		292.0	292	14.8		152.4	152.4	7.7	

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER


Elizabeth Zcopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIR: 121350



PROYECTO : EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL VIVA Y CENIZA DE CAÑIHUA EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE, CARRETERA CARACOTO-SUCHES, PUÑO 2022
SOLICITANTE : BACHILLER NELSON ANDER CALDERON LOPEZ
UBICACIÓN : CARACOTO SUCHES
MUESTRA : CALICATA N° 3 MUESTRA NATURAL MARGEN DERECHO - COORDENADAS 15.542512 - 70.068790
FECHA : 23/08/2022
PROGRESIVA : Km 4+300
PROFUNDIDAD : 0.12 - 1.40m

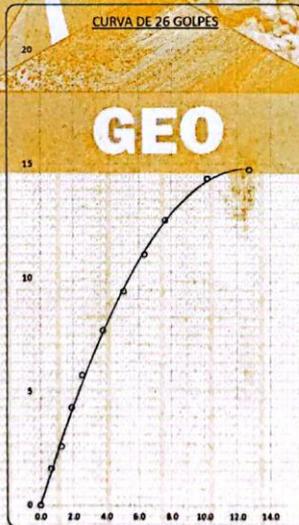
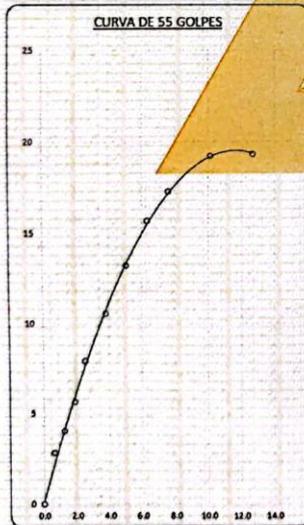


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01" AL 100% = 12.5%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S = 9.6%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER.



Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350

Anexo 05. Calibración de equipos e instrumentos de laboratorio



TRIPLE GEO

E.I.R.L.

Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Geología - Geofísica - Geotecnia

CONTRATO DE SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS

Conste por el siguiente contrato de servicio de mecánica de suelos que celebramos de una parte Don. NELSON ANDER CALDERON LOPEZ identificado con DNI N°: 47538029 estudiante de la universidad Cesar Vallejo de Trujillo y desarrollador del proyecto de tesis titulado "efectos de la estabilización con cal viva y ceniza de cañihua en las propiedades de la subrasante, carretera caracoto- suches, puno 2022" y de otra parte la Empresa TRIPLE GEO E.I.R.L con RUC N° 20607250333, con domicilio legal en la URB. villa del lago MZ. "G" LOTE 14 representada por la Gerente General Ing. Geólogo Elizabeth Copca Gordillo con DNI 01334159, distrito de Puno, provincia de Puno, región Puno a quien se le denominara contratista.

PRIMERO. El sr. Nelson Ander Calderon Lopez viene desarrollando el proyecto de investigación de tesis – pregrado denominado " efectos de la estabilización con cal viva y ceniza de cañihua en las propiedades de la subrasante, carretera caracoto- suches, puno 2022", la misma que tiene como propósito estudiar y analizar los suelos de la carretera caracoto- suches del Distrito de Caracoto, provincia de San Román, región Puno, para lo cual requiere contratar el servicio de estudio de mecánica de suelos.

SEGUNDO. Por el presente se contrata a el contratista para que preste el servicio de estudio de mecánica de suelos, según las siguientes especificaciones.

COMBINACIONES	Ensayos		
	límites de consistencia	Proctor modificado	CBR
0% Cal + 0% CC	3 pruebas	3 pruebas	3 pruebas
5% Cal + 4% CC	3 pruebas	3 pruebas	3 pruebas
5% Cal + 7% CC	3 pruebas	3 pruebas	3 pruebas
5% Cal + 10% CC	3 pruebas	3 pruebas	3 pruebas
total	12 pruebas	12 pruebas	12 pruebas

TERCERO. El presente contrato tiene vigencia de 28 días calendario desde el 14 de mayo al 11 de junio del 2022

CUARTO. El sr. Nelson Ander Calderón López pagara al contratista un monto total de s/. 2,200 (dos mil doscientos con 00/100 soles), realizando un pago adelantado del 50% de lo acordado, quedando por cancelar el 50% y se cancelara cuando el resultado de las pruebas sea entregada por quien lo solicito.

QUINTO. El contratista y sr. Nelson Ander Calderon Lopez, se comprometen cumplir con responsabilidad y respetando las especificaciones del presente contrato.

Ambas partes estando de acuerdo y no habiendo clausula legal que acarree nulidad o anulabilidad por dolo, intimidación o malicia en señal de conformidad lo suscriben en Puno a los 14 días del mes de mayo del 2022.



Nelson A. Calderon L.
Nelson A. Calderon L.
DNI: 47538029.

Elizabeth Copca Gordillo
Elizabeth Copca Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504

1. Expediente	1595-2021	<p>Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	TRIPLE GEO E.I.R.L.	
3. Dirección	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO	
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Diametro	8 pulgadas	
Designación	No. 10 2 mm	
Marca	ELE INTERNATIONAL	
Número de serie	141332F89	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Verificación	2021-08-16	

Fecha de Emisión

2021-08-16

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 039 - 2022

Página 1 de 4

1. Expediente	0249-2022
2. Solicitante	TRIPLE GEO EIRL
3. Dirección	LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	620 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.01 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	NV622ZH
Número de Serie	8342157621
Capacidad mínima	0.2 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2022-01-31

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

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

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-01-31

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello





CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0128 - 2021

Página 1 de 2

1. Expediente	1595-2021	<p>Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	TRIPLE GEO E.I.R.L.	
3. Dirección	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO	
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Diametro	8 pulgadas	
Designación	No. 40 425 μm	
Marca	RETSCH	
Número de serie	611766	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Verificación	2021-08-16	

Fecha de Emisión

2021-08-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0127 - 2021

Página 1 de 2

1. Expediente	1595-2021
2. Solicitante	TRIPLE GEO E.I.R.L.
3. Dirección	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 50 300 μ m
Marca	GRAN TEST
Número de serie	21996
Procedencia	COLOMBIA
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Verificación	2021-08-16

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

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2021-08-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello





Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

**INFORME DE VERIFICACIÓN
CA - IV - 0125 - 2021**

Página 1 de 2

1. Expediente	1595-2021	<p>Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	TRIPLE GEO E.I.R.L.	
3. Dirección	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO	
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Diametro	8 pulgadas	
Designación	No. 200 75 µm	
Marca	FORNEY	
Número de serie	NO INDICA	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	IV-0125	
5. Fecha de Verificación	2021-08-16	

Fecha de Emisión

2021-08-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



1. Expediente	1595-2021
2. Solicitante	TRIPLE GEO E.I.R.L.
3. Dirección	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 20 850 μ m
Marca	SOIL TEST, INC
Número de serie	NO INDICA
Procedencia	NO INDICA
Identificación	IV-0130
5. Fecha de Verificación	2021-08-16

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

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2021-08-16

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello





Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0126 - 2021

Página 1 de 2

1. Expediente	1595-2021
2. Solicitante	TRIPLE GEO E.I.R.L.
3. Dirección	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)
Díametro	8 pulgadas
Designación	No. 100 150 µm
Marca	SOILTEST, INC.
Número de serie	205549
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Verificación	2021-08-16

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

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2021-08-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello





INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0124 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	1595-2021	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	TRIPLE GEO E.I.R.L.	Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Instrumento de medición	EQUIPO LÍMITE LÍQUIDO (CAZUELA CASAGRANDE)	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	ELE INTERNATIONAL	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
Modelo	CL-20417	
Procedencia	U.S.A.	
Número de Serie	NO INDICA	
Código de Identificación	IV-0124	
Tipo de contador	ANALÓGICO	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Verificación	2021-08-16	

Fecha de Emisión

2021-08-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello





INFORME DE VERIFICACIÓN
CA - IV - 0124 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

7. Lugar de Verificación

En el laboratorio de Longitud de CALIBRATEC S.A.C.
Avenida Chillón Lote 50 B - Comas - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.5 °C	20.4 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	BLOQUES DE PATRON DE LONGITUD	LLA-170-2021
METROIL	"PIE DE REY DIGITAL de 200 mm MARCA: INSIZE"	L-0757-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **VERIFICACIÓN**.
(*) Serie grabado en el instrumento





11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

DIMENSIONES DE LA BASE DE GOMA DURA

Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)
50.20	149.60	125.40

HERRAMIENTA DE RANURADO

EXTREMO CURVADO

Espesor (mm)	Borde Cortante (mm)	Ancho (mm)
10.02	1.99	13.01

DIMENSIONES DE LA COPA

Radio de la copa (mm)	Espesor de la copa (mm)	Altura desde la guía del elevador hasta la base (mm)
46.80	1.95	47.01

Fin del Documento



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 066 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	01416-2020
2. Solicitante	CCOPA GORDILLO ELIZABETH
3. Dirección	JR. PICHACANI 114 - SANTA ROSA - PUNO - PUNO - PUNO
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	300 °C
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-H136
Número de Serie	0127
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

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

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2020-11-27

Fecha de Emisión

2020-11-27

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello

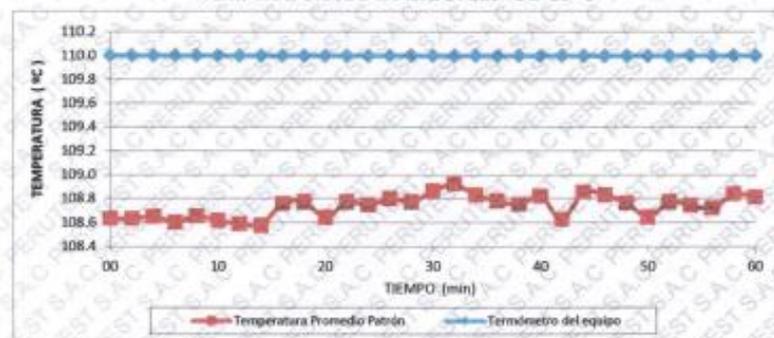


CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 066 - 2020

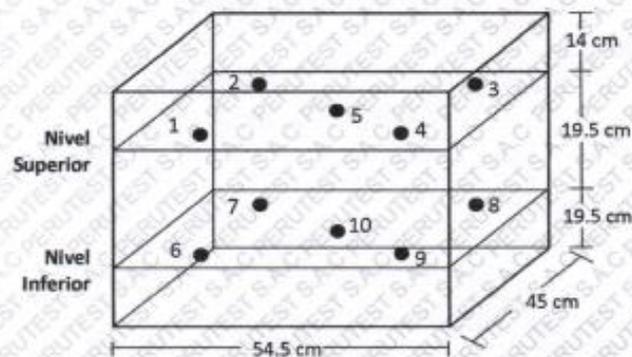
Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



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

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LF - 012 - 2021**

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	0193-2021	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	TRIPLE GEO EIRL	
3. Dirección	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO PUNO - PUNO - PUNO	
4. Equipo	PRENSA DE ENSAYO CBR	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad	5000 kgf	
Marca	PERUTEST	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo	PT-CBR	
Número de Serie	1135	
Procedencia	PERU	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	WEIGHING INDICATOR	
Modelo	NLD-SS LCD	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Número de Serie	DVL2020082731	
Resolución	0.1 kgf	
Ubicación	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2021-08-27	

Fecha de Emisión

2021-08-27

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



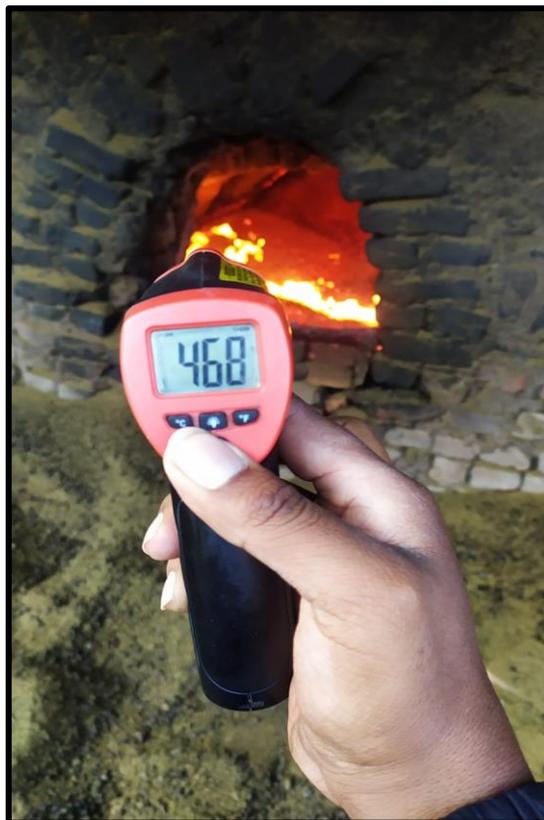
☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
📌 CALIBRATEC SAC

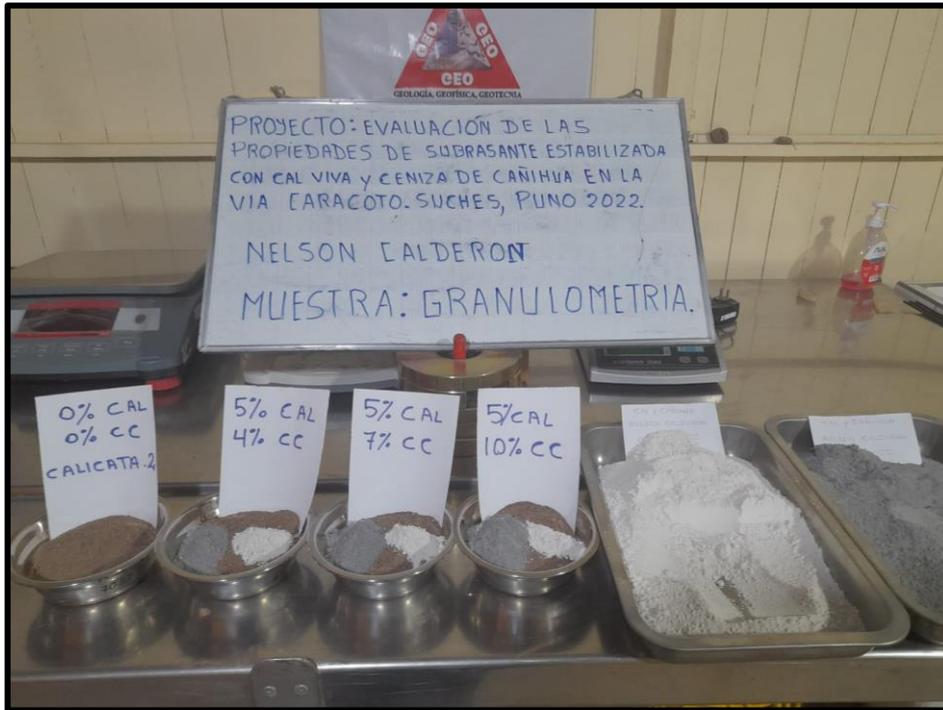
Anexo 06. Fotografías complementarias



Fotografía 1. Exploración de calicatas en la vía Caracoto a Suches



Fotografía 2. Fundición de cañihua



Fotografía 3. Selección de muestras con adición de cal y ceniza de cañihua



Fotografía 4. Ensayo de granulometría



Fotografía 5. *Ensayo de proctor modificado*



Fotografía 6. *Ensayo de la capacidad de soporte california*



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CANTA HONORES JORGE LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Efectos de la estabilización con cal viva y ceniza de cañihua en las propiedades de la subrasante, carretera Caracoto– Suches, Puno, 2022", cuyo autor es CALDERON LOPEZ NELSON ANDER, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 16 de Julio del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CANTA HONORES JORGE LUIS DNI: 10743048 ORCID 0000-0002-9232-1359	Firmado digitalmente por: JCANTAHU el 25-07- 2022 12:43:31

Código documento Trilce: TRI - 0348304