



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Aplicación de cemento y ceniza de quinua en la estabilización de
arcillas expansivas en el Camino Vecinal Chijichaya – Siraya,
Puno 2022”**

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

AUTOR:

Arcata Jinez, Gabriel (orcid.org/0000-0003-2309-7020)

ASESOR:

Dr. Ing. Tello Malpartida, Omar Demetrio (orcid.org/0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A Dios por cumplir mis sueños, a mis padres y a mis 10 hermanos por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se influye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos, a mi esposa y mi hijo (que está en camino) por haberme apoyado incondicionalmente

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Universidad Cesar Vallejo, por la oportunidad que me brinda de obtener mi grado de título profesional. De igual manera a mis padres y hermanos quienes siempre estaban pendientes de mi formación profesional y su apoyo incondicional, al mismo tiempo, agradecer a mis amigos, José Luis, Elmer, Rudy, Roxana y a mi asesor Dr. Ing. Tello Malpartida, Omar Demetrio y todos los miembros del jurado, docentes de la Universidad.

Índice de contenidos

Pág.

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEÓRICO.....	13
III. METODOLOGÍA.....	27
3.1. Tipo y diseño de investigación	27
3.2. Variables y Operacionalización	28
3.3. Población, muestra, muestreo	29
3.4. Técnicas e instrumentos para obtención de datos	32
3.5. Procedimientos	33
3.6. Técnicas de análisis de datos	42
3.7. Aspectos éticos.....	42
IV. RESULTADOS	43
V. DISCUSIÓN	65
VI. CONCLUSIONES	67
VII. RECOMENDACIONES.....	70
REFERENCIAS.....	71
ANEXOS	77

Índice de tablas

Tabla 1. Categorías de Sub rasante	22
Tabla 2. Rango de Cemento Requerido en Estabilización Suelo Cemento	24
Tabla 3. Componentes del cemento	26
Tabla 4. Cantidad de muestras para el índice de plasticidad.....	30
Tabla 5. Cantidad de muestras para Proctor	31
Tabla 6. Cantidad de muestras para el CBR	31
Tabla 7. Serie de tamices estandarizados	36
Tabla 8. Clasificación de suelos de la calicata E - 01.	43
Tabla 9. Clasificación de suelos de la calicata E - 02.	44
Tabla 10. Clasificación de suelos de la calicata E - 03.	44
Tabla 11. Índice de plasticidad.	45
Tabla 12. Prueba de normalidad para los datos de índice de plasticidad	46
Tabla 13. Prueba de homogeneidad de varianzas.....	47
Tabla 14. Prueba de análisis de varianza	47
Tabla 15. Prueba post hoc - Tukey.....	48
Tabla 16. Máxima densidad seca de la calicata N° 2.....	50
Tabla 17. Prueba de normalidad para los datos de máxima densidad seca	51
Tabla 18. Prueba de homogeneidad de varianzas.....	52
Tabla 19. Prueba de análisis de varianza	52
Tabla 20. Prueba post hoc - Tukey.....	52
Tabla 21. Resumen de los valores obtenidos de Optimo Contenido de Humedad.	54
Tabla 22. Prueba de normalidad para los datos del óptimo contenido de humedad	56
Tabla 23. Prueba de homogeneidad de varianzas.....	57
Tabla 24. Prueba de análisis de varianza	57
Tabla 25. Prueba post hoc - Tukey.....	57
Tabla 26. Resumen de los valores obtenidos del CBR al 95%.	59
Tabla 27. Resumen de los valores obtenidos del CBR al 100%.	60
Tabla 28. Prueba de normalidad para los datos de capacidad de soporte	61
Tabla 29. Prueba de homogeneidad de varianzas.....	62
Tabla 30. Prueba de análisis de varianza	62
Tabla 31. Prueba post hoc - Tukey.....	63

Índice de figuras

Figura 1. Signos para estratificar una calicata – clasificación AASHTO.....	19
Figura 2. Simbología de clasificación de suelos según SUCS	19
Figura 3. Formación de la arcilla	20
Figura 4. Estructura molecular de láminas sílicas	21
Figura 5. Estructura molecular de láminas Alumínicas.....	21
Figura 6. Proceso de selección del tipo de estabilización	23
Figura 7. Ubicación de las exploraciones realizadas.....	30
Figura 8. Muestra extraída de la exploración E - 1.....	34
Figura 9. Quemado de tallos de quinua.	35
Figura 10. Ensayo de granulometría	37
Figura 11. Ensayo de límites de consistencia	38
Figura 12. Compactado del espécimen en el molde para el ensayo de Proctor modificado.	39
Figura 13. Lectura de la carga aplicada ensayo de CBR.	41
Figura 14. Curva granulométrica de las 03 Calicatas exploradas.	43
Figura 15. Diagrama de barras del Índice de Plasticidad.	45
Figura 16. Diagrama de barras de la Máxima Densidad Seca.	50
Figura 17. Diagrama de barras del Optimo Contenido de Humedad.....	55
Figura 18. Diagrama de barras del CBR - 95 %.....	59
Figura 19. Diagrama de barras del CBR - 100%.....	60

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar en qué medida la aplicación de cemento y ceniza de quinua influye en la estabilización de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya - Siraya, Puno 2022. La investigación es aplicada, con enfoque cuantitativo, de diseño experimental y cuasi experimental, de nivel explicativo, considerando como población de estudio los suelos expansivos del camino vecinal Chijichaya- Siraya – Puno, la muestra se conformó por el tramo comprendido entre las progresivas Km 11+00 al 12+00. Los resultados obtenidos con la adición de C°Q° y C° en diferentes proporciones de las propiedades físicas y mecánicas de arcillas expansivas presentan una mejora proporcional al porcentaje de incorporación. En conclusión, se determinó que la C°Q° y C° tuvo una influencia positiva como se detalla a continuación: en el índice de plasticidad destaca la C – 3, para la máxima densidad seca resalta la C – 6, para el óptimo contenido de humedad destaca la combinación C – 6; asimismo, en lo que refiere el estudio de estabilización del camino vecinal Chijichaya – Siraya la dosificación que logró un mejor desempeño fue C – 3 ya que con estos valores el CBR se categoriza como una subrasante buena conforme a la normativa del MTC.

Palabras Claves: Cemento para la estabilización, Ceniza de quinua, arcillas expansivas, CBR.

Abstract

The objective of this research was to evaluate to what extent the application of cement and quinoa ash influences the stabilization of expansive clays in the Chijichaya - Siraya road, Puno 2022. The research is applied, with quantitative approach, experimental and quasi-experimental design, of explanatory level, considering as study population the expansive soils of the Chijichaya - Siraya - Puno road, the sample was conformed by the section between the progressive Km 11+00 to 12+00. The results obtained with the addition of C°Q° and C° in different proportions of the physical and mechanical properties of expansive clays show an improvement proportional to the incorporation percentage. In conclusion, it was determined that C°Q° and C° had a positive influence as follows: C - 3 stands out in the plasticity index, C - 6 stands out for the maximum dry density, C - 6 stands out for the optimum moisture content; likewise, with regard to the stabilization study of the Chijichaya - Siraya road, the dosage that achieved the best performance was C - 3, since with these values the CBR is categorized as a good subgrade according to MTC regulations.

Keywords: Cement for stabilization, quinoa ash, expansive clays, CBR.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo del cemento en el mundo es muy habitual, es aprobado por variades de grupos de la construcción en vías terrestres, Los países que inciden en su uso en el continente Europeo son España y Alemania Nazari y otros (2021), asimismo en el continente américa la mayoría de países desatacan en su uso, El mantenimiento de las vías rurales para un tratamiento correctivo tradicional en la cual se aplica la base granular y su proceso de compactación con maquinarias, su práctica no tienen mucha durabilidad, en grandes avenidas un factor acelerado de causa es la transpirabilidad de móviles Cabrera y otros (2020) . Para prevenir estas causas y buscar mejores alternativas de la gestión al inicio, durante y después de los proyectos viales se presente aplicar el sistema de suelo-cemento , este sistema es una técnica que tiene la finalidad de añadir una cantidad porcentual de cemento sobre el suelo de sitio de estudio para mejorar las características de sus propiedades asimismo se somete a ser compactado, En efecto el cemento es mucha prioridad para la estabilización de suelo para diferentes climatologías de la exposición del afirmado de la vía, Ali y otros (2021). En varias partes del mundo se puede encontrar los suelos expansivos, estos pueden ser de perjuicio en algunas obras de infraestructuras vial o de edificaciones por su alta compresibilidad, baja resistencia y por su facilidad de modificar su volumen, Karami y otros (2021)

En el Perú para realizar un afirmado en las diferentes vías se utilizan materiales extraídos de canteras y son colocado en la subrasante para el mejoramiento de vías, esta técnica abusa la explotación de recursos naturales como canteras, que día tras día pierden volumen, por lo que se debería exigir usar bases de vías estabilizadas y así poder evitar la explotación de recursos. Una alternativa para este proceso es la estabilización con cemento y ceniza de quinua como una presente alternativa de investigación, debido a que se usa el mismo material existente de la vía, aunque no cumpla con los parámetros para su funcionamiento, con un estabilizante químico o natural podemos lograr una mejora de la capa de la subrasante que cumpla con todo lo especificado en la norma MTC (Ruiz, 2017).

Hoy en día el camino vecinal Chijichaya – Siraya no se encuentra en buen estado, dado que existe perdida de afirmado en casi toda la superficie de rodadura, asimismo se presentan profundos fanos y baches a lo largo de todo el camino

generando la inconformidad de los pobladores y transportistas de ambas localidades debido a que dificulta el tránsito vehicular hacia la ciudad de Ilave; esto sucede en mayor magnitud en la época de avenida durante los meses de diciembre hasta abril, por otro lado las restricciones de la circulación vehicular y peatonal perjudica de manera permanente a la población que se encuentra establecida sobre la vía y vías colindantes. Los centros educativos aledaños se ven afectadas por las mínimas condiciones de seguridad vial, puesto que niños y personas de distintas edades transitan por la vía, quienes se ven afectados por el mal estado de la vía

Para estabilizar un suelo que sea usado como sub rasante, sub base o base granular en donde se apoya la estructura de pavimento es requisito indispensable que estas capas cumplan con los requisitos para soportar cargas de esa envergadura, no todos los suelos son buenos por ello es necesario que aseguremos la resistencia y durabilidad de las vías. Los métodos de estabilización son muy variados depende a las condiciones o del material que encontramos cerca de la vía, como es el caso de incorporación de agregados prestados, cemento, cal, emulsión asfáltica, cloruro de sodio, etc. Muchas estabilizaciones en el Perú son realizadas incorporando material de préstamo de canteras, cemento, emulsiones asfálticas y aditivos químicos Silva (2016). Por otro lado, Almonacid, (2019) expresa que la estabilización con ceniza de quinua es un material con una técnica efectiva para la estabilización del suelo. Las propiedades de ingeniería como la resistencia, el módulo, la permeabilidad y la durabilidad debido al cambio ambiental del suelo estabilizado se han estudiado ampliamente.

Por todo lo expuesto formulamos la siguiente pregunta general: ¿En qué medida la aplicación de cemento y ceniza de quinua influye en la estabilización de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya - Siraya, Puno 2022? Las interrogantes específicas: ¿De qué manera la aplicación de cemento y ceniza de quinua influye en el índice de plasticidad de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya - Siraya, Puno 2022?, ¿De qué forma la aplicación de cemento y ceniza de quinua influye en la máxima densidad seca de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya - Siraya, Puno 2022?, ¿De qué modo la aplicación de cemento y ceniza de quinua influye en el óptimo contenido de humedad de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya - Siraya, Puno 2022? y ¿Cómo

influye la aplicación de cemento y ceniza de quinua en la capacidad de soporte CBR de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya - Siraya, Puno 2022?

La presente investigación se justifica técnicamente porque se fundamenta en la búsqueda de lograr un suelo de buena calidad para conformación de subrasante de nuestra infraestructura vial, incrementando su resistencia, es decir buscar una mayor durabilidad en la estructura de la plataforma de una vía tratando además de llegar a obtener resultados positivos en las propiedades y características mecánicas y físicas para suelos que contengan mayor cantidad de material fino.

Además, se justifica socialmente porque trata de determinar el impacto que influirá en los beneficiarios al aplicar como estabilizante en una vía cerca a comunidades, de igual manera la reducción de tiempo y costo que tendrá sin la necesidad de explotar canteras que quizá se encuentran cerca a estas comunidades perjudicando su funcionamiento normal.

Asimismo, se justifica económicamente porque con la presente investigación se busca que de alguna manera se reduzcan los costos para el mantenimiento de una vía usando el cemento portland fabricados en tres tipos de empresas.

El objetivo General es: Evaluar en qué medida la aplicación de cemento y ceniza de quinua influye en la estabilización de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya - Siraya, Puno 2022.

Los objetivos específicos son: Determinar la influencia de cemento y ceniza de quinua en el índice de plasticidad de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya - Siraya, Puno 2022, Encontrar la incidencia de cemento y ceniza de quinua en la máxima densidad seca de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya - Siraya, Puno 2022, Identificar la influencia de cemento y ceniza de quinua en el óptimo contenido de humedad de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya - Siraya, Puno 2022, Determinar la influencia cemento y ceniza de quinua en la capacidad de soporte CBR de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya - Siraya, Puno 2022.

Para la presente propuesta de investigación la hipótesis general está dada como: La adición de cemento y ceniza de quinua tiene una influencia significativa positiva

en la estabilización de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya – Siraya, Puno 2022.

Las hipótesis específicas son: El uso de cemento y ceniza de quinua tiene una influencia significativa positiva en el índice de plasticidad de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya – Siraya, Puno 2022, La utilización de cemento y ceniza de quinua tiene una influencia significativa positiva en la máxima densidad seca de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya – Siraya, Puno 2022, El empleo de cemento y ceniza de quinua influencia significativa positiva en el óptimo contenido de humedad de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya – Siraya, Puno 2022, El uso de cemento y ceniza de quinua tiene una influencia significativa positiva la capacidad de soporte CBR de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya – Siraya, Puno 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes Internacionales

Según Ikeagwuani, Promesas & Agunwamba (2019) en su artículo se denomina “Estabilización de subrasante de suelo de algodón negro utilizando ceniza de aserrín y cal”, presenta el objetivo de estabilizar el suelo de algodón negro (BCS, por sus siglas en inglés) y transformarlo en un material de subrasante apropiado al utilizar aserrín, el cual es abundante y de fácil encontrar. Es el método experimental. Los resultados reflejan a efectuar la mezcla con BCS en dosificaciones diferentes de 4 %, 8 %, 12 %, 16 % y 20 %, el que tuvo un mejor desempeño fue el de 16% de ceniza de aserrín, asimismo se efectuó la estabilización con incorporaciones de cal en diversas proporciones, obteniendo una reducción optima en el ensayo de límites de consistencia, así como el aumento del valor del CBR. Por lo tanto, se concluyó que el tratamiento de BCS con ceniza de aserrín adicionado con cal mejora las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

(Aziz, y otros, 2021) en su artículo “Experimental Study on Endurance Performance of Lime and Cement-Treated Cohesive Soil”. Este estudio tiene como objetivo investigar el comportamiento mecánico de un suelo cohesivo tratado con cal y cemento bajo los efectos de ciclos repetidos de mojado y secado. La metodología fue muestras de suelo que se prepararon añadiendo diferentes concentraciones de cemento (2, 6, 10, 12, 16, 20%) y cal viva (2, 4, 6, 8, 10%). Debido a la naturaleza poco plástica del suelo huésped, la efectividad del cemento para reducir la plasticidad del suelo fue relativamente mayor en comparación con el tratamiento con cal. Asimismo, como resultado se observó tubo un aumento en la humedad óptima y una disminución en el peso unitario seco máximo para ambos aditivos y estos efectos fueron significativos para el suelo tratado con cal en comparación con el cemento. Además, un aumento en la fuerza de 0,57 MPa a 12. Se observaron 9 MPa al 20 % de cemento y de 0,57 MPa a 2,03 MPa al 2 % de cal en pruebas de resistencia a la compresión no confinada (UCS) en muestras de suelo. Para investigar las características de durabilidad del suelo tratado, las muestras se sometieron a 12 ciclos de humectación y secado, cada ciclo consistía en 5 horas de inmersión en agua potable y posterior secado en horno durante 43 horas. Se concluyó que, a la resistencia a la compresión, el cambio de volumen y la pérdida

de peso de las muestras de suelo se determinaron en el ciclo 1, 3, 6, 9 y 12. Se observa que el comportamiento de durabilidad del suelo tratado es multiparte debido a procesos paralelos de envejecimiento positivo (proceso de hidratación asociado con aglutinantes) y envejecimiento negativo (meteorización inducida). Para un comportamiento mecánico sostenible del suelo tratado,

(Choi, y otros) en el artículo “Manejo de lodos de galvanoplastia por proceso de solidificación/estabilización: una evaluación integral utilizando arcilla de caolinita, pintura de látex residual y aditivos de cemento de cloruro de calcio”, tiene por Objetivo , la aplicación de latex residual y aditivos de cemento de cloruro de calcio y suelos arcillosos en el manejo de lodos de galvanoplastia ,cuya Metodología es exploratorio la cual se examinó el proceso de solidificación/estabilización del uso de un aglutinante de cemento con lodo galvánico real. Se realizó un extenso análisis comparativo con la mezcla cemento-lodo antes y después de la aplicación de aditivos para el cemento (arcilla caolinita, pintura de látex de desecho y cloruro de calcio). El análisis de caracterización utilizando el espectrofotómetro infrarrojo de transformada de Fourier y el análisis de difracción de rayos X indicaron el desarrollo de hidratación en diferentes mezclas de cemento. A través de una evaluación integral de varios aditivos de cemento, este estudio mostró que la utilización de los aditivos en el aglomerante de cemento podría superar la resistencia a la compresión estándar requerida (350 kPa). Además, el cloruro de calcio como su aditivo químico (1704. 5 kPa) pudo contribuir aún más al desarrollo de la resistencia frente al hormigón de control (1151,5 kPa) a los 28 días. Los resultados revelaron una resistencia a la lixiviación efectiva que lleva a satisfacer los estrictos requisitos regulatorios de lixiviación de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos y el Consejo de la Unión Europea ($Ag \leq 5,0$ mg/L, $Cu \leq 0,6$ mg/L y $Ni \leq 0,12$ mg/L) Se concluyo que el uso de aditivos para el cemento inmoviliza con éxito los metales pesados (Ag, Cu y Ni) en la matriz de cemento-lodo en función del procedimiento de lixiviación característico de toxicidad. Ambiental de los Estados Unidos y el Consejo de la Unión Europea ($Ag \leq 5,0$ mg/L, $Cu \leq 0,6$ mg/L y $Ni \leq 0,12$ mg/L)

Antecedentes nacionales

Según Almonacid (2019) en su trabajo de investigación presenta el objetivo de evaluar los efectos que producen la cal y ceniza de quinua en la estabilización de subrasante en suelos del Centro Poblado Viñas, Tayacaja, Huancavelica. El método aplicado es analítico – sintético, con un tipo de estudio aplicado, nivel descriptivo y diseño no experimental. La población lo conformó la carretera del Centro Poblado Viñas, la muestra tomada se realizó del tramo Mariscal Cáceres - Centro Poblado Viñas progresivas km 1+250, km 1+500 y km 1+750 el tipo de muestro fue no probabilístico. En sus resultados efectuados para cada exploración indican que para el ensayo de Proctor Modificado los valores quedan dentro del rango requerido por la norma, asimismo, para el CBR se observó que al incrementar proporcionalmente la dosificación los valores de la capacidad de soporte van incrementando, en cuanto al índice de plasticidad si se le incrementa las dosificaciones el IP aumenta presentando valores de 11%. Se Concluyó que con la adición de cal y ceniza de quinua en muestras de suelo de subrasante estas tienen una tendencia de incremento en los valores de la MDS, el CBR. Esto conforme al porcentaje de incorporación en el que se aprecia que la capacidad portante del suelo en todas es mayor de 6%.

Guia (2021) en su trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar cómo influye la adición de ceniza de quinua en las propiedades de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno. El método de estudio fue cuasiexperimental, de tipo aplicado, de nivel explicativo y enfoque cuantitativo. Los resultados obtenidos para el ensayo CBR son 16.4 % para el suelo patrón y un incremento de +4.8%, +17.0 % y +35.3% para las dosificaciones 4%, 6% y 8% respectivamente, en los parámetros de la compactación se obtuvo el incremento de valores de la máxima densidad seca de las muestras. Se concluye que al adicionar ceniza la quinua presenta una mejora de las propiedades de la subrasante de la Carretera PE-38B, siendo el ensayo de CBR en que presentó un valor más alto, definiéndose como una subrasante excelente S5 conforme al Manual de suelos y pavimentos.

(Becerra, y otros, 2019) en su estudio titulado “estabilización de arcillas, arenas y afirmados, empleando los cementos Pacasmayo Víaforte, Mochica y Qhuna; lambayeque. 2018”, que presenta como objetivo realizar el estudio de estabilización de arcillas, arenas y afirmados, planteando proporciones de los cementos

Pacasmayo Viaforte, Mochica y Qhuna se estabilizará las arcillas, arenas y afirmados. La metodología de investigación aplicada fue de diseño experimental de tipo cuantitativa. La población está comprendida por todas las probetas cilíndricas de suelo cemento y suelo natural. La muestra a analizar está compuesta por un total de 432 probetas cilíndricas de suelos los cuales fueron con las incorporaciones de suelo cemento y de suelo natural. Los resultados muestran que al incorporarle proporciones de 7% a 19% de cemento Qhuna en peso, obteniendo para Monsefú una resistencia promedio aumenta a partir de 7% al 16% y disminuye en el 18 % de cemento, al incorporarle cemento Mochica, teniendo para Monsefú 2 como resultado que la resistencia promedio aumenta a partir de 7% al 13% y disminuye en el 16 % de cemento, lo mismo ocurre al incorporarle el cemento Viaforte. Se concluye que el cemento Qhuna tiene mejor resistencia para los 03 tipos de suelos estudiados, siendo las arcillas y afirmados quienes sus resistencias se asemeja a la curva de humedad- densidad que llega al punto máximo y luego desciende, con respecto a las arenas que siempre tienden a subir.

Antecedentes Locales

(Maquera , y otros, 2021) en su investigación tiene por objetivo determinar en qué medida la adición de cal y ceniza volante influye en la estabilidad de suelos arcillosos en caminos vecinales, modificado con cal y ceniza volante, carretera Acora – Jayujayu. La metodología de investigación cuantitativa y aplicada, el diseño aplicado fue cuasi – experimental, La población está contemplada por los suelos arcillosos de la carretera vecinal Acora – Jayujayu, La muestra está conformada por el tramo Km17+600 al Km19+600 (2.1km), el muestreo es no probabilístico. Los resultados para el espécimen natural; resistencia al corte no confinado 1.85 Kg/cm², DMS 18.55kN/m³, CBR al 100% MDS es 28%, límite de contracción 29%, humedad optima 11.55%, Índice Plástico de 15.56%. la incorporación de 5%C+16%CV mostró una resistencia al corte no confinado 9.11 Kg/cm², DMS 19.30kN/m³, CBR al 100% MDS es 87%, límite de contracción 8%, humedad optima 14.90%, Índice Plástico de 5.14%. Concluyendo que la incorporación de cal y ceniza volante en diversas proporciones contempla una mejoría en las características físicas-mecánicas para constituir afirmados, en donde la incorporación de 5%C+16%CV obtuvo buenos valores.

(Hanco, 2021) en su investigación presenta el objetivo de mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo adicionando aditivos estabilizantes como la cal y cemento en la Avenida Santa Rosa de la ciudad de Juliaca – Puno La metodología de investigación empleada es de diseño experimental, los resultados muestran por medio de ensayos en laboratorio de suelos. Por ello se obtuvieron resultados del índice de plasticidad superior a 18%, el CBR con 1.6% con un a MDS de 1.55gr/cm³ y su OCH de 22.49% promediada, clasificado como suelo limoso de alta plasticidad; pero adicionando cal y cemento con dosificaciones proporcionales de 1%, 2% y 3%, se obtiene cambios radicales en su CBR con 11.1% con la mínima proporción de cal y cemento, y redujo el 1% el IP inicial, por lo que se concluye que la cal y cemento a mayores proporciones incrementa su capacidad de soporte CBR y reduce su plasticidad del suelo.

Por otro lado, Velásquez (2018) en su trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar su influencia de la aplicación del cemento Portland de Tipo I para la estabilización la subrasante de suelos arcillosos. Su metodología de estudio tiene un diseño experimental, de enfoque aplicativo, nivel explicativa – correlacional, la cual se identificó las características mecánicamente y física. Se usó como aditivo cemento portland de Tipo I para estabilizar porcentualmente de 1,3 y 5 de la muestra de asunto. En los resultados la clasificación de la muestra in situ clasifico OH según SUCS y A – 7 – 6 (37) para AASHTO. La adición de cemento en un 5% su IP disminuyo en 44% a 15%, asimismo su IS disminuyo en 27% a 19% y asimismo su CBR desarrollo un incremento en 1.30% a 13.75% a 95% MDS. Llegando a la conclusión de que con adición porcentualmente de cementos indicados, el suelo de estudio desarrollo un plasticidad media y cambio volumétricos. Pero la subrasante llego a ser regular y buena según los valores del índice CBR, con la adición del 4% de cemento de logro.

Las bases teóricas para la presente investigación contemplan los siguientes aspectos:

El suelo es una capa que cubre la corteza terrestre provenientes del proceso de meteorización de rocas ya sean químicas o físicas también es formada por las actividades constantes que realiza el hombre y asientan sobre la capa superficial Arshad y otros (2021).

Tenemos entre los principales tipos de suelos a los siguientes:

- Gravas. Son fragmentos de rocas acumuladas en la superficie que poseen 2mm de diámetro, debido a su movimiento de las gravas por agentes externos sufren el desgaste en las vértices y aristas, por lo que esta acción las hace redondeadas (Crespo, 2004 pág. 21).
- Arenas. Material contenido de finos que provienen un proceso natural o artificial de las rocas, se le considera arena al material que posee de 2.0 mm a 0.05 mm diametral (Crespo, 2004 pág. 22).
- Limos. Son materiales muy finos más que las arenas que no poseen plasticidad, se clasifican en limos orgánicos encontrados en ríos y limos inorgánicos que se encuentran en canteras, los limos poseen entre 0.05 a 0.005mm de diámetro, este tipo de suelos se le considera como inadecuado para realizar una construcción sobre ella (Crespo, 2004 pág. 22).
- Arcillas. Se le considera al material con partículas menores a 0.005mm de diámetro, este material tiene la capacidad de convertirse en maleable al ser mezclado con agua, químicamente se le considera como silicato de alúmina hidratado Mahmood (2021).

Los suelos pueden clasificarse de acuerdo a las siguientes normativas: (SUCS) es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos y (AASHTO) significada Asociación Americana de funcionarios de Carreteras Estatales.

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A-1-a		A-5
	A-1-b		A-6
	A-3		A-7-5
	A-2-4		A-7-6
	A-2-5		Materia Orgánica
	A-2-6		Roca Sana
	A-2-7		Roca Desintegrada
	A-4		

Figura 1. Signos para estratificar una calicata – clasificación AASHTO

Nota. (MTC, 2014 pág. 32)

	Grava bien graduada, mezcla de grava con poco o nada de materia fino, variacion en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal granulada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo organico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo organico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variacion en tamaños granulares y cantidades de particulas en tamaños intermedios		Limo organico y arcilla limosa organica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de particulas intermedios		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico

Figura 2. Simbología de clasificación de suelos según SUCS

Nota. (MTC E101, 2016 pág. 19)

Arcillas Se le conoce más porque son partículas más finas de todos los suelos este tipo de suelo es conformada por materias minerales y las fragmentaciones de todo tipo de materias, en donde se definen de un tamaño menor a 0.002mm, pueden ser denominadas también como arcilla hasta 0.005mm. La arcilla es seleccionada por el tamaño que tienen, que no está formada solo por materias minerales. Una de sus características es que cuando se mezclan con agua se vuelve un material plástico considerando siempre un límite de agua Abd-Allah (2021). En cuanto al suelo que no es arcilloso pueden conformar por la materia o elementos de cuarzo y mica, lo necesario para pertenecer a la clasificación de tipos de suelos arcillosos. Es adecuado el tamaño menor de 0.002 o 0.005 mm que se pueden definir por varios sistemas y ser conocida como la partícula de medida arcilla al decir arcillas. También se definen de medidas coloidales que son menores de 0.001mm como límite superior es de 0.002 (Braja, 2001). Las arcillas débiles por lo general tienen poca resistencia al corte, se humedecen con facilidad y son altamente compresibles, Ifediniru (2022).

La composición de las arcillas está sujeta a partículas, con una composición química por su meteorización de las rocas. La plasticidad son límites de estado extenso con cierta humedad o sin humedad con una dureza, la cual repercute en la disgregación de polvo frotando, además su permeabilidad es muy baja por su estructura según Kufre (2021)

Etapas de formación de las arcillas:

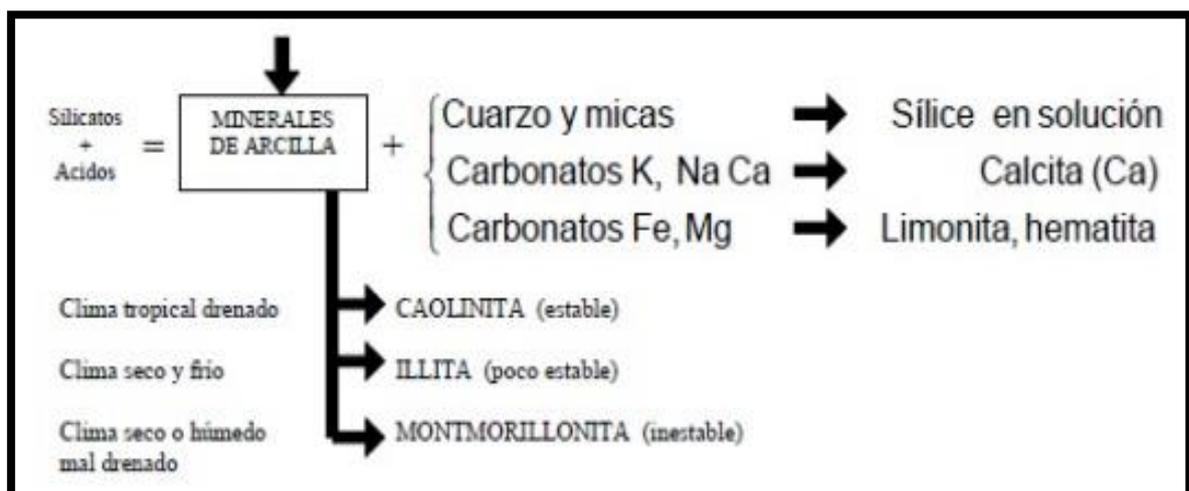


Figura 3. Formación de la arcilla

Nota. (Las arcillas: Clasificación, identificación, usos y especificaciones industriales, 1964)

Estructura de las arcillas, La composición sílice de láminas, se origina por la unión de átomos silicios ubicado dentro del centro y cuatro oxígenos de átomo (tetraedro) para su geometría se muestra en la figura 4. La unión de tetraedros como forma unidades hexagonales, los tetraedros tienen forma piramidal en base triangular. Su composición atómica se encuentra desequilibrada eléctricamente al unirse un catión con otro para oponer cargas y agruparse de forma hexagonal repitiéndose con un panel puede ser silicio generando una lámina Torfi y otros (2021).

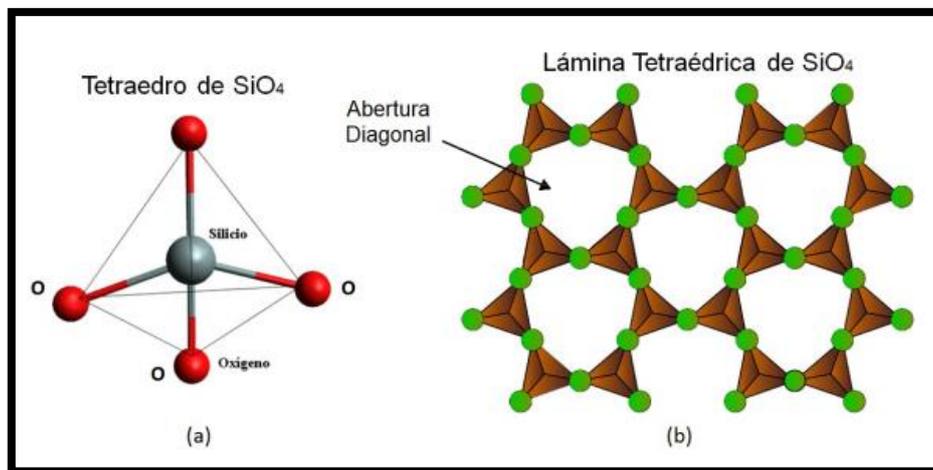


Figura 4. Estructura molecular de láminas sílicas

Nota. (Sposito, 2008)

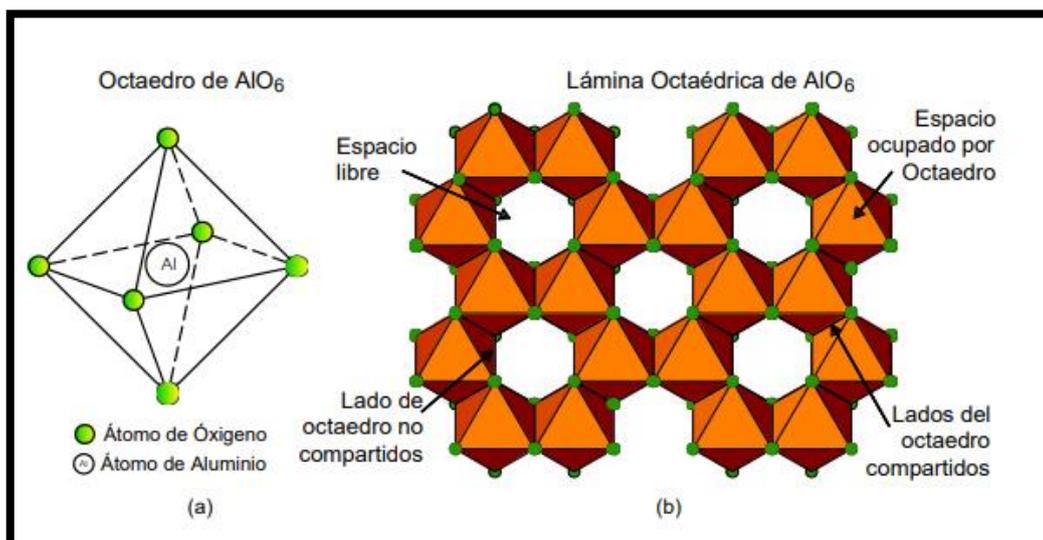


Figura 5. Estructura molecular de láminas Aluminicas

Nota. (Sposito, 2008)

Subrasante, las carreteras usualmente están compuestas por varias capas base, sub base y subrasante, el material que se utilizan en dichas capas son seleccionadas por sus propiedades físicas y mecánicas, Rahman (2021). Además, la capa de subrasante tiene la relación de carga de California (CBR) y la densidad seca máxima (MDD) más bajas de todas las demás capas, y también es la más plástica con el índice de plasticidad (PI) más alto. Además, las condiciones ambientales, incluido el alto nivel freático, pueden debilitar significativamente el suelo de la subrasante Amhadi y Assaf (2021)

Según el (MTC, 2014) indica la consideración de materiales para optar para selección para la construcción de capas de la subrasante in situ su CBR debe exceder el 6%, pero si caco es menor, implica que la subrasante es pobre o insuficiente. La cual se intervendrá para la estabilización del suelo para la subrasante, se analizarán diferentes metodologías de aplicación para su mejora, se tiene estabilización química, geosintéticos, elevación de subrasante viendo económicamente. Para que los materiales del suelo sean efectivos como subrasantes de pavimento, es esencial satisfacer las condiciones de durabilidad según Ahamefule (2014)

Tabla 1. *Categorías de Sub rasante*

CBR	Categorías de Sub rasante
CBR<3%	S_0 : Subrasante inadecuada
De CBR>=3% a CBR<6%	S_1 : Subrasante insuficiente
De CBR>=6% a CBR<10%	S_2 : Subrasante regular
De CBR>=10% a CBR<20%	S_3 : Subrasante buena
De CBR>=20% a CBR<30%	S_4 : Subrasante muy buena
De CBR>=30%	S_5 : Subrasante excelente

Nota. (MTC, 2014 pág. 37)

Estabilización de suelos, es un proceso, con el objetivo de incrementar el esfuerzo a deformación, minimizar la humedad, desintegración por erosión, cambios en su forma (volumen). A fin de aprovechar suelos de subrasantes inadecuados Carey y Howard (2022)

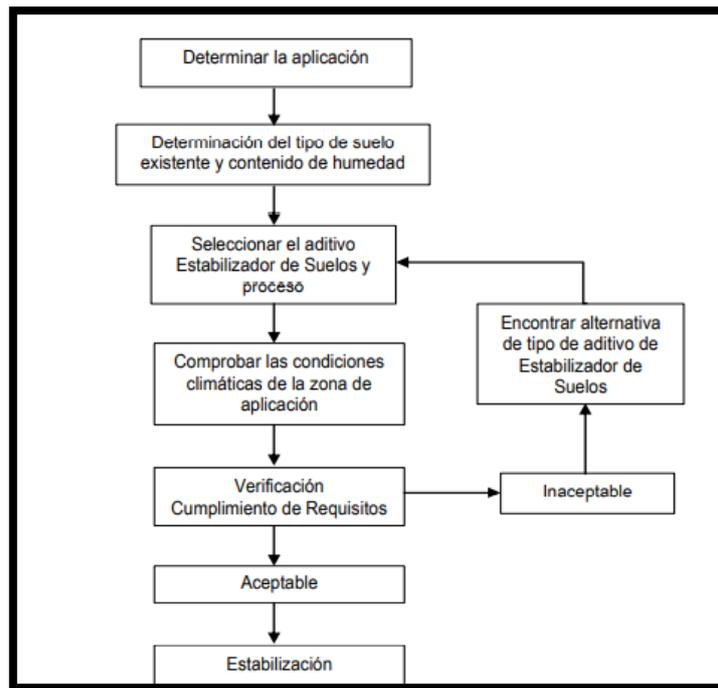


Figura 6. Proceso de selección del tipo de estabilización

Nota. (MTC, 2014 pág. 91).

Con el fin de mejorar y obtener un adecuado suelo, consiguiendo un incremento en su resistencia y durabilidad en cuanto al tiempo de vida útil. Estos métodos son diversos, ya que empiezan desde la incorporación de un suelo mejorado con la incorporación de uno o más materiales para estabilización, no olvidando que todo método de estabilización va acompañado de un buen compactado Shukla y otros (2019)

Estabilización con cemento portland, El cemento y la ceniza de quinua son los estabilizadores comúnmente utilizados para la mejora del suelo y se les conoce ampliamente como estabilizadores tradicionales. Las mejoras en las características geotécnicas y mecánicas del terreno que utilizan estabilizadores tradicionales se logran mediante reacciones de hidratación y puzolánicas Adeyanju (2020)

La mezcla de suelo-cemento, su procedimiento es disgregando agua, cemento y otras que ayuden en su mejora, luego la compactación y curado de acuerdo a la condición requerida, por efecto el asunto cambia su comportamiento, su resistencia, pero solo la incorporación de cemento y agua en el suelo llega a una resistencia inferior y con un módulo de elasticidad muy bajo Sukmak (2021)

La estabilización del cemento requiere un tiempo de curado más corto en comparación con otros estabilizadores. Otras ventajas del uso de cemento incluyen la estabilización de una amplia gama de suelos, rápida implementación, sencillez y ahorro de costos Mohamed y otros (2022). Tal mejora de las propiedades de ingeniería dependía en gran magnitud de las características físicas de los suelos originales. Los límites de Atterberg (es decir, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad) se han utilizado como un índice poderoso para caracterizar el tipo de suelo, así como las características de ingeniería de los terrenos Xia y otros (2022)

La absorción de humedad optima se establece, con el ensayo Proctor según su compactación. Sus propiedades (suelo-cemento) dependen de:

- Tipo y dosificación
- Elaboración
- Duración de la mezcla compactada y tipo de curado

Los porcentajes de dosificación dependen del tipo de suelos según la clasificación, tal como observamos en la siguiente tabla:

Tabla 2. *Rango de Cemento Requerido en Estabilización Suelo Cemento*

Rango usual del cemento requerido porcentaje del peso de los suelos	Clasificación AASHTO
3-5	A - 1 - a
5-8	A - 1 - b
5-9	A - 2
7-11	A - 3
7-12	A - 4
8-13	A - 5
9-15	A - 6
10-16	A - 7

Nota. (MTC, 2014 pág. 99).

Cemento portland, El portland es un conglomerante hidráulico con derivación, son utilizados en la construcción, la cual está conformado por la mezcla de caliza y también yeso, estos minerales abunda en el ecosistema, y su costo es muy bajo entre otros materiales y sus propiedades son idóneas para la ejecución, Onyelowe (2021)

NTP 334.009 (2005) afirma que el cemento Portland se origina a través de la trituración de Clinker compuesto, mediante silicatos asimismo calcio hidráulico y tiene variedades de formas de sulfato de calcio para la incorporación en su proceso, es decir:

Cemento Portland = Clinker Portland + Yeso

El cemento Portland puede ser empleado con el fin de mejorar y modificar la calidad de los suelos o para transformar tales suelos en masas de cemento con mayores resistencias y que sean durables Nwaiwu y otros (2021). La cantidad de cemento a emplear dependerá si se tiene el fin de modificarlo o estabilizarlo. En principio, de acuerdo a la normativa peruana, los diferentes cementos pueden utilizarse para estabilizar el suelo, siempre y cuando sean analizados sus diseños de mezcla; procedimiento donde se asigna los porcentajes que se necesitan para estabilizar con cemento, etapa donde se reducen los agentes que perjudican la resistencia del suelo-cemento, que son los sulfatos, que reducen la resistencia a la compresión con porcentajes mayores a 0.2% (Cementos portland. requisitos, 2005).

Se conoce al material que es aglutinante y aglomerante, este es capaz de unir fragmentos de las diferentes propiedades físicas. Dentro de los materiales se tiene a las calizas calcinadas naturales. Se conoce al cemento por el nombre de cemento Portland, esto señala que es la mezcla de arcilla y caliza pulverizada a temperaturas altas, también tiene incluido yeso el cual, al momento de estar en contacto con el agua, este libera su capacidad de unir fragmentos de arena y grava, con el que formara un sólido o piedra artificial, esta es conocida como el concreto hidráulico (Auccalla, y otros, 2019 pág. 27).

Composición química del cemento, Los aluminatos de calcio y silicatos son la composición principal del cemento Portland, estas composiciones están asociadas químicamente como el óxido de calcio (CaO), alúmina (Al₂ O₃), la sílica (Si O₂), y el óxido de hierro (Fe₂ O₃), (Surco, 2021 pág. 86).

El cemento contiene componentes principales de algunos minerales, de acuerdo a la producción nacional, señalado por ASOCEM, en la siguiente Tabla 3 se describen en porcentaje su empleo para elaborar el cemento:

Tabla 3. Componentes del cemento

Mineral	Símbolo	Porcentaje
Óxido de calcio	CaO	62.5% - 64.5%
Óxido de silicio	SiO ₂	19% - 22%
Óxido de aluminio	Al ₂ O ₃	4% - 6%
Óxido de fierro	Fe ₂ O ₃	3% - 3.5%
Óxido de magnesio	MgO	0.9% - 2.9%
Anhídrico sulfúrico	SO ₃	2.3% - 2.6%

Nota. (Surco, 2021 pág. 86).

Ceniza de quinua, Estas plantas se encuentran en las regiones altiplánicas, para obtener la ceniza de quinua tiene que pasar por un secado para luego dar paso al procedo de quemado o fundido hasta quedar en partículas finas “Es una planta que por sus características de cultivo y su cercanía al suelo requiere de un proceso de beneficiado en donde solo se eliminan las partículas terrosas. (Torres, 2019 pág. 31)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Se refiere a una serie de métodos que se emplean en una investigación para tener conocimiento de la situación problemática del área estudiado teniendo en consideración cada detalle de aplicación (Hernández, y otros, 2014).

En la presente propuesta de investigación el estudio por propósito es aplicada, ya que se aplicarán estudios teóricos, procedimientos y métodos conocidos de incorporación de materiales, y por enfoque es cuantitativa asimismo se aplicará pruebas de laboratorio para conocer los resultados esperados que plantea el presente estudio.

Nivel de investigación

Los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014) fundamentan los niveles de estudio dentro de ellas existen explicativo y descriptiva son dirigidos a dar respuesta al factor causal de los sucesos fenomenales y en que situaciones se manifiestan.

En la presente propuesta de investigación el nivel es explicativo, ya que se busca evaluar la influencia de la incorporación de cemento y ceniza de quinua sobre materiales arcillosos.

Diseño de investigación

El autor Borja (2016) explica el diseño para emplear a los estudios científicos referidas a las experimentales se debe puntualizar los procesos para una demostración de la hipótesis indicando la finalidad del estudio para tener cambios.

En la presente propuesta de investigación el diseño es experimental y cuasiexperimental, ya que se busca conocer en que magnitud la aplicación del cemento y ceniza de quinua a diferentes porcentajes influye en la estabilización de arcillas expansivas para el mejoramiento de vías a nivel de afirmado.

3.2. Variables y Operacionalización

Variable independiente: Cementos y ceniza de quinua.

Definición Conceptual: El cemento es el elemento más activo del concreto y, normalmente, presenta un considerable costo unitario. Por esa razón, y teniendo en cuenta que las características del concreto están en base a la proporción como de la condición de sus elementos, la elección y el empleo apropiado del cemento son importantes para conseguir de manera económica las características deseadas para una combinación dada. Aragón (2021). La ceniza de quinua es conocida como material puzolánico y cementante lo cual también tiene la función de reducir la humedad, está conformada de los tallos y hojas de quinua. Oluwatuyi (2019)

Definición Operacional: La adición de cemento y ceniza de quinua a un material con predominancia de arcillas tiene la finalidad de mejorar las propiedades del mismo, el cual dependerá de la dosificación de cemento (C°) y CQ en 5% CQ + 5% C°, 5% CQ + 10% C°, 5% CQ + 15% C°, 10% CQ + 5% C°, 10% CQ + 10% C°, 10% CQ + 15% C°, de acuerdo al porcentaje de peso, asimismo identificar las especificaciones técnicas de cada marca de cemento, para ello se utilizará instrumentos como fichas de dosificación y las fichas técnicas de cada marca de cemento.

Dimensiones: Dosificación y Especificaciones Técnicas

Indicadores: Suelo natural, 5% CQ + 5% C°, 5% CQ + 10% C°, 5% CQ + 15% C°, 10% CQ + 5% C°, 10% CQ + 10% C°, 10% CQ + 15% C°.

Instrumento: Fichas de dosificación y Ficha técnica de cada marca de cemento

Escala de Medición: Razón.

Variable dependiente: Estabilización de Arcillas

Definición Conceptual: La estabilización de arcillas esta dado por una mezcla de material suelo – aditivo, que se consigue al combinar el suelo con otro material, agua, acompañada por una compactación y curado apropiado. Además, las arcillas son principalmente silicatos de aluminio hidratados que se hacen plásticas al contacto con el agua, son frágiles al secarse y en general tienen gran capacidad de

absorción; además, cuenta con un rango de humedad muy amplio en donde se comporta de manera plástica. Angulo & Zavaleta (2020)

Definición Operacional: La estabilización de arcillas esta dado por incrementar las propiedades físicas-mecánicas del espécimen estudiado, mejorando características de contenido de humedad, índice de plasticidad, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad y finalmente la capacidad de soporte (CBR), los cuales estarás medidos por instrumentos como fichas de certificación de resultados de laboratorio.

Dimensiones: Propiedades Físicas y Propiedades Mecánicas

Indicadores: Índice de Plasticidad, Máxima Densidad Seca y Optimo Contenido de Humedad y Capacidad de Soporte (CBR).

Instrumento: Fichas de certificación de resultados de laboratorio

Escala de Medición: Razón.

3.3. Población, muestra, muestreo

Población

Representa un conjunto conformado por todos los elementos a estudiar, la población está conformada por individuos que no necesariamente son personas, pueden ser un grupo, días, negocios, etc. (Pino, 2007 pág. 449).

En la presente investigación la población está conformada por los suelos expansivos de los 13+500km de la vía a nivel de afirmado del camino vecinal de Chijichaya - Siraya.

Muestra

Considerado un fragmento que representa a la población en general, las cuales poseen características de ser objetiva y reflejo fiel de la población, de modo que cada respuesta de las muestras pueda generalizar a todos los elementos de la población (Carrasco, 2007 pág. 236).

La muestra estará conformada por el tramo del camino vecinal de Chijichaya – Siraya comprendido entre las progresivas 11+000 al 12+000 porque este lugar

presenta mayor proporción de suelo arcilloso y crítico por la presencia de precipitaciones pluviales que amerita el estudio para la estabilización de suelos, en las tablas 4, 5 y 6 se observan la cantidad de muestras que serán sometidas en la presente investigación, producto de la obtención de muestras de 3 calicatas.



Figura 7. Ubicación de las exploraciones realizadas.

Nota. Elaboración propia

Índice de Plasticidad

Tabla 4. Cantidad de muestras para el índice de plasticidad

Cemento	Cantidad de muestras
Muestra patrón	03
5% CQ + 5% C°	03
5% CQ + 10% C°	03
5% CQ + 15% C°	03
10% CQ + 5% C°	03
10% CQ + 10% C°	03
10% CQ + 15% C°	03

Nota. Elaboración propia

Máxima densidad seca y Optimo contenido de Humedad (Proctor)

Tabla 5. Cantidad de muestras para Proctor

Cemento	Cantidad de muestras
Muestra patrón	03
5% CQ + 5% C°	03
5% CQ + 10% C°	03
5% CQ + 15% C°	03
10% CQ + 5% C°	03
10% CQ + 10% C°	03
10% CQ + 15% C°	03

Nota. Elaboración propia

Capacidad de Soporte (CBR)

Tabla 6. Cantidad de muestras para el CBR

Cemento	Cantidad de muestras
Muestra patrón	03
5% CQ + 5% C°	03
5% CQ + 10% C°	03
5% CQ + 15% C°	03
10% CQ + 5% C°	03
10% CQ + 10% C°	03
10% CQ + 15% C°	03

Nota. Elaboración propia

Un total 21 muestras para obtener el índice de plasticidad, 21 muestras para obtener la MDS y OCH, y 21 muestras para el CBR del suelo; siendo un total de 84 muestras para ensayar.

Muestreo

Según, Carrasco (2007) presenta dos clases de muestreo: el muestreo probabilístico y el muestreo no probabilístico, el primero se refiere a un tipo de muestreo que sigue los principios y reglas estadísticas y que no están sujetas a voluntad o arbitrariedad del investigador y el segundo no está sujeta a reglas estadísticas todo es depende de la voluntad del investigador (pág. 240).

En el presente estudio usará el muestreo **no probabilístico**, ya que el investigador extraerá las muestras de la zona más crítica de la vía, utilizando así su criterio propio.

3.4. Técnicas e instrumentos para obtención de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

Son una variedad de procedimientos y normas para ajustar un cierto procedimiento y objetivos a alcanzar, se pueden clasificar entre la observación, el cuestionario, la entrevista, el Focus Group o Grupo Focal, escala de actitudes y opiniones e instrumentos, escala de apreciación e instrumentos, la recopilación documental (Ñaupas, y otros, 2018).

Para la presente investigación se usará la técnica de observación directa ya que permitirá recolectar los datos en campo mediante la ayuda de fichas.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Se considera instrumentos a las herramientas o recursos utilizados, mediante los cuales recolectamos los datos e informaciones requeridos, para posteriormente analizarlos y encontrar el objetivo planteado, pueden asumir diversas maneras concordando al uso de técnicas básicas y necesarias (Ñaupas, y otros, 2018).

Los instrumentos a utilizar serán las fichas técnicas los cuales serán debidamente validadas y tengan una alta confiabilidad, para lo cual tenemos lo siguiente:

✓ Fichas de recolección de datos

Ficha técnica N° 01: Granulometría (Anexo 3)

Ficha técnica N° 02: Límites de consistencia (Anexo 3)

Ficha técnica N° 03: Proctor modificado (Anexo 3)

Ficha técnica N° 04: CBR (Anexo 3)

3.4.2.1 Validez de los instrumentos

Para la validez de los instrumentos se realizará mediante el método de juicio de expertos para la verificación la confiabilidad de esta investigación este grupo está conformado por

Experto N.º 01 **Ing. Omar Ramirez Mestas CIP 46484**

Experto N.º 02 **Ing. Jhonathan Chura Yupanqui CIP 133014**

Experto N.º 03 **Ing. Eliud J. Huarancca Calizaya CIP 1789939**

3.4.2.2 Confiabilidad del instrumento

Para (HERNANDEZ, y otros, 2014) La confiabilidad del instrumento viene hacer el grado de aplicación de manera repetida que se le realizara al individuo u objeto lo que produce resultados iguales (p.200)

Los equipos e instrumentos a utilizar en la investigación para que tengan una validez y precisión estas estarán debidamente calibradas, por ello se detalla continuación:

- Tamices para el ensayo de granulometría (Anexo 5)
- Equipo de límite líquido (Cazuela Casagrande) (Anexo 5)
- Horno (Anexo 5)
- Balanza electrónica (Anexo 5)
- Prensa de ensayo CBR (Anexo 5)

3.5. Procedimientos

Etapa I: etapa preliminar

Lo primero que se realizó antes de empezar con la etapa de recolección de material será la observación y el acondicionamiento del lugar de estudio, también se buscarán las diferentes herramientas y materiales que posteriormente utilizaremos en campo, laboratorio y gabinete. Consiste en la preparación de los diferentes recursos para lograr una exitosa toma de material.

Etapa II: Trabajo de campo y obtención de ceniza de quinua

En campo lo primero que se realizará es el acondicionamiento de cada punto, se procederá a sacar con un GPS las coordenadas de cada calicata para evidenciar su posición. Con la ayuda de personal se realizará la apertura de cada calicata con medidas de 1.50 m. x 1.50 m. a una profundidad de 1.50 m.

Una vez alcanzado el fondo requerido se hará la anotación de las capas contenidas en ese suelo, asimismo de realizar una breve descripción estratigráfica de las capas, posterior a ello se extraerán materiales y se colocaran en bolsas de muestreo, también se evidenciará todo lo anteriormente descrito mediante fotografías.

Finalmente llevaremos el material extraído de cada calicata debidamente marcadas al laboratorio en el que se efectuará las distintas pruebas.



Figura 8. Muestra extraída de la exploración E - 1.

Nota. Elaboración propia

Se reúne los tallos de la quinua una vez realizado la cosecha, se procede al secado y por consiguiente al quemado, como se presenta a continuación:



Figura 9. Quemado de tallos de quinua.

Nota. Elaboración propia

Etapa III: Ensayos de laboratorio

Ya con el material de las calicatas se procede a realizar el secado del material excepto el material que esta seleccionada para realizar la prueba de porcentaje de humedad. Realizaremos el cuarteo antes de empezar con los diferentes ensayos, esto con el propósito de que la muestra sea uniforme y representativa.

Granulometría

Para el ensayo de granulometría lo realizaremos conforme a la norma (ASTM D422, 2007), donde nos indica que el método sirve para obtener los diversos tamaños del material suelo y con esto el tipo de suelo. Para este ensayo utilizaremos una serie de tamices estandarizados por la ASTM con los siguientes tamaños:

Tabla 7. *Serie de tamices estandarizados*

Tamiz	Malla (mm)
3"	75.00
2"	50.80
1 ½"	38.10
1"	25.40
¾"	19.00
3/8"	9.50
(N° 04)	4.76
(N° 10)	2.00
(N° 20)	0.84
(N° 40)	0.43
(N° 60)	0.26
(N° 140)	0.106
(N° 200)	0.075

Nota. (MTC, 2016 pág. 44).

Se realiza el ensayo separando el material grueso con el material fino, es decir la división hasta el tamiz número 4.



Figura 10. Ensayo de granulometría

Nota. Elaboración propia

Luego se lava el suelo y se seca en el horno durante 24 horas, después se pasa el material por los diferentes tamices, finalmente el material que queda en los tamices se pesa y se apunta en las fichas de recolección de datos. El material pasante por los tamices lo calcularemos con la expresión dado:

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

Límites de consistencia

La prueba de límites lo realizaremos según los parámetros de la norma (ASTM D 4318, 2005), la cual consiste en obtener la humedad contenida la cual delimita los estados en las que tiene diferentes comportamientos el suelo y estos son: semilíquido, plástica y semisólida.

Para el LL se tomamos una cantidad de material lo mezclamos con el agua y disolver utilizando una espátula hasta formar como la pasta preparada de 25 a 35 golpes. Se toma una cantidad para colocarla en el aparato de Casagrande, lo sobrante se reserva tapándola con una tela y evitar que se pierda la humedad, usando el que forma un canal se corta la muestra por la mitad formada una abertura, luego pasamos a rotar la manivela a la velocidad variable de 1.9 a 2.1 golpes por segundo, se contabiliza los golpes suficientemente hasta que se junte la abertura,

se coloca el material en taras para luego pesarlas y se coloca en un horno, una vez seca se procede a pesarlas, finalmente anotamos los datos en la ficha.



Figura 11. Ensayo de límites de consistencia

Nota. Elaboración propia

Para la prueba del LP es tomar el material de 20 gr. o más que se utilizó en el límite líquido, reducimos la humedad hasta que la pasta se fricciona o roda sobre una superficie lisa sin que se pegue a la mano, se forma una masa elipsoidal con las manos y lo colocamos en taras para pesarlos en una balanza, luego colocamos la muestra en el horno, una vez seca se pesa, finalmente se anotan los datos obtenidos.

Para determinar el IP usaremos la expresión dada:

$$IP = LL - LP$$

Donde:

IP: Índice de plasticidad

LL: Límite líquido

LP: Límite plástico

Proctor modificado (Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad)

Esta prueba se determinó de acuerdo que es establecido por la norma (ASTM D1557, 2007), donde nos indica que el método consiste en obtener la relación de la humedad contenida y el peso unitario seco del suelo. Existen 3 métodos alternativos que son utilizados para diferentes casos. Utilizar el tipo de molde para compactar de acuerdo al método a emplearse.

Para el método de preparación húmeda se pasa por los tamices N°04, 3/8" o 3/4" el cual depende al método a emplearse, preparar como mínimo cuatro hasta cinco muestras estas deben contener de agua y sea aproximado al valor óptimo establecida, compactar aproximadamente 2.3 kg. Del suelo tamizado, combinar los suelos de manera continua al momento de secar y esto para que se mantenga al distribuir el contenido de humedad.



Figura 12. Compactado del espécimen en el molde para el ensayo de Proctor modificado.

Nota. Elaboración propia

Para el modo de preparación seca, si en caso el espécimen es demasiado húmeda se reduce el contenido de agua por secado al aire, después de preparar la muestra

se compactarán de la siguiente manera: pesar la masa del molde, asegurar el collarín, compactar el espécimen en cinco capas, a continuación 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. Finalmente hallaremos la densidad con la siguiente fórmula:

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

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)

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{W}{100}}$$

Donde:

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

W: contenido de agua (%)

$$\gamma_d = 62.43 \rho_d \text{ en } \frac{\text{lbf}}{\text{pie}^3}$$

$$\gamma_d = 9.807 \rho_d \text{ en kN/m}^3$$

Donde:

γ_d : peso unitario seco del espécimen compactado

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

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

CBR

Según la norma (ASTM D1883, 2005), este ensayo trata de obtener la capacidad resistente de los suelos conocida como el valor que tiene relación de soporte nombrado CBR.

Para el ensayo se prepara la muestra para ser compactado en el molde, luego se pesa el molde con su base se coloca el collar y el disco espaciador y sobre este un filtro de papel, una vez dispuesto el molde se compacta el espécimen en el interior, utilizando un sistema dinámico de compactación, después de éste proceso colocamos encima del área del espécimen invertida la placa perforada con vástagos y sobre ésta los anillos necesarios, se efectúa la primera lectura para calcular el hinchamiento, al final del periodo se vuelve a leer el deformímetro para medir el hinchamiento, ya terminado el proceso se lleva el espécimen a la prensa para aplicar una carga que sea lo suficientemente para ocasionar la intensidad de carga sea equivalente a la masa del pavimento y se apuntan las diferentes lecturas en la fichas de recolección de datos.



Figura 13. Lectura de la carga aplicada ensayo de CBR.

Nota. Elaboración propia

Etapa IV: Trabajo en gabinete

Una vez terminada las diferentes pruebas elaboradas en laboratorio se procederá a realizar los cálculos correspondientes para cada uno de los ensayos hallando los resultados de las capacidades físico-mecánicas de la sub rasante natural y la sub rasante con la aplicación de cemento Rumi a diferentes porcentajes de adición.

Obtenida los datos de cada uno de los ensayos, se procederá a analizarlas aplicando figuras y tablas que serán comparadas con las normativas vigentes en el Perú. Para el análisis el método será de manera cuantitativa, se usó el método estadístico en donde se realizaron pruebas en el programa de SPSS para corroborar la hipótesis planteada inicialmente.

3.6. Técnicas de análisis de datos

En lo que refiere a las técnicas de análisis de datos el presente estudio utilizó la estadística inferencial, puesto que comprende los métodos y procedimientos para deducir propiedades de la población a partir de un subconjunto (muestra) enfocándose en la estimación de parámetros y la contrastación de hipótesis.

Para la prueba de normalidad se utilizó shapiro - wilk porque las muestras son menores a 30

Para la contrastación de hipótesis se utilizó la estadística paramétrica de correlación Pearson porque los datos son normales, la prueba de post hac de ANOVA y tukey para determinar la mejor combinación es la mejor

3.7. Aspectos éticos

El estudio se desarrollará de acuerdo a los reglamentos normativos dados por la Universidad Cesar Vallejo, siguiendo el formato oficial de la universidad, también se usará el Turnitin con la finalidad de no incurrir en plagio o copia.

IV. RESULTADOS

Análisis Granulométrico

Curva granulométrica

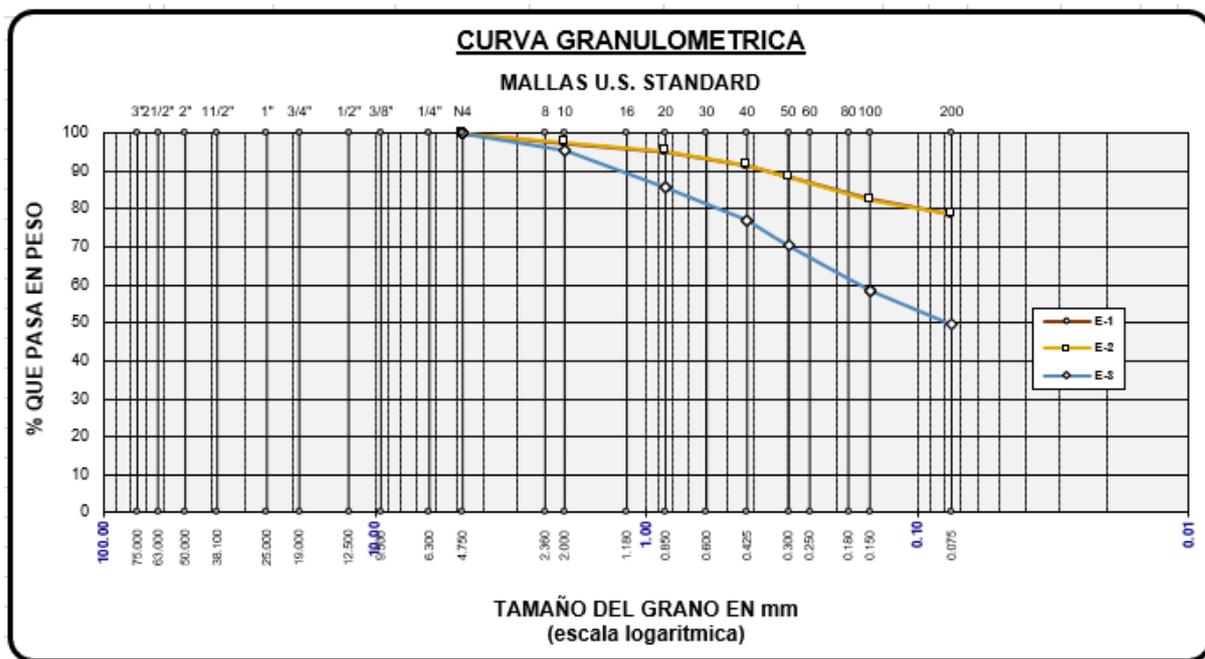


Figura 14. Curva granulométrica de las 03 Calicatas exploradas.

Nota. Elaboración Propia.

Tabla 8. Clasificación de suelos de la calicata E - 01.

CLASIFICACION DE SUELOS E- 01	
AASHTO	SUCS
A - 7 - 6 (14)	CL ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD

Nota. Elaboración Propia.

En la figura N° 14. Se observa la curva de granulometría presentada a partir de los datos hallados en la calicata E - 01. Procedente de la muestra natural de la progresiva (Km 11+000 margen izquierda) del Camino Vecinal Chijichaya - Siraya. Se indica las proporciones pasantes de material del suelo natural, logrando pasar a la malla N° 200 el 78.43 % siendo una regular porción de material de finos estableciéndose como un material arenoso, un 21.57 % de material consiguió pasar por el filtro N°4.

De acuerdo a la tabla N° 8 de la muestra extraída, se demuestra que según la clasificación SUCS en el laboratorio TRIPLE GEO E.I.R.L. que el espécimen es una ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD (CL) y por medio de la clasificación AASHTOO esta corresponde al grupo A – 7 – 6 (14).

Tabla 9. Clasificación de suelos de la calicata E - 02.

CLASIFICACION DE SUELOS E - 02	
AASHTO	SUCS
A -7-6 (13)	CL - ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD

Nota. Elaboración Propia.

En la figura N° 14. Se observa la curva de granulometría presentada a partir de los datos hallados en la calicata E - 02. Procedente de la muestra natural de la progresiva (Km 11+500 LADO DERECHO) del Camino Vecinal Chijichaya - Siraya. Se indica las proporciones pasantes de material del suelo natural, logrando pasar a la malla N° 200 el 78.71 % siendo un material con gran cantidad de finos estableciéndose como un material arcilloso, un 21.29 % de material consiguió pasar por el filtro N°4.

De acuerdo a la tabla N° 9 de la muestra extraída, se demuestra que según la clasificación SUCS en el laboratorio TRIPLE GEO E.I.R.L. que el espécimen es una ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD (CL) y por medio de la clasificación AASHTOO esta corresponde al grupo A – 7 – 6 (13).

Tabla 10. Clasificación de suelos de la calicata E - 03.

CLASIFICACION DE SUELOS E - 03	
AASHTO	SUCS
A – 4 (2)	SM – Arena Limosa

Nota. Elaboración Propia.

En la figura N° 14. Se observa la curva de granulometría presentada a partir de los datos hallados en la calicata E - 03. Procedente de la muestra natural de la progresiva (Km 12+000 EJE) del Camino Vecinal Chijichaya - Siraya. Se indica las proporciones pasantes de material del suelo natural, logrando pasar a la malla N°

200 el 49.57 % siendo una regular porción de material de finos estableciéndose como un material arenoso, un 50.43 % de material consiguió pasar por el filtro N°4.

De acuerdo a la tabla N° 10 de la muestra extraída, se demuestra que según la clasificación SUCS en el laboratorio TRIPLE GEO E.I.R.L. que el espécimen es una ARENA LIMOSA y por medio de la clasificación AASHTOO esta corresponde al grupo A – 4 (2).

SE CONCLUYE, que las exploraciones E-1 y E-2 (desfavorables) son las más desfavorables, por consiguiente, se llevó los especímenes al laboratorio y se realizaron los ensayos de índice de plasticidad, Proctor Modificado y Capacidad de Soporte CBR.

Indicador 01: ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Tabla 11. Índice de plasticidad.

MUESTRAS	ÍNDICE DE PLASTICIDAD		PROMEDIO	% VARIACION
	E-1	E-2		
S-C	22.17%	20.99%	21.58%	
C-1	16.86%	17.19%	17.03%	-21.11%
C-2	10.61%	10.41%	10.51%	-51.30%
C-3	6.59%	7.67%	7.13%	-66.96%
C-4	17.31%	17.02%	17.17%	-20.46%
C-5	10.04%	11.08%	10.56%	-51.07%
C-6	7.74%	7.38%	7.56%	-64.97%

Nota. Elaboración Propia.

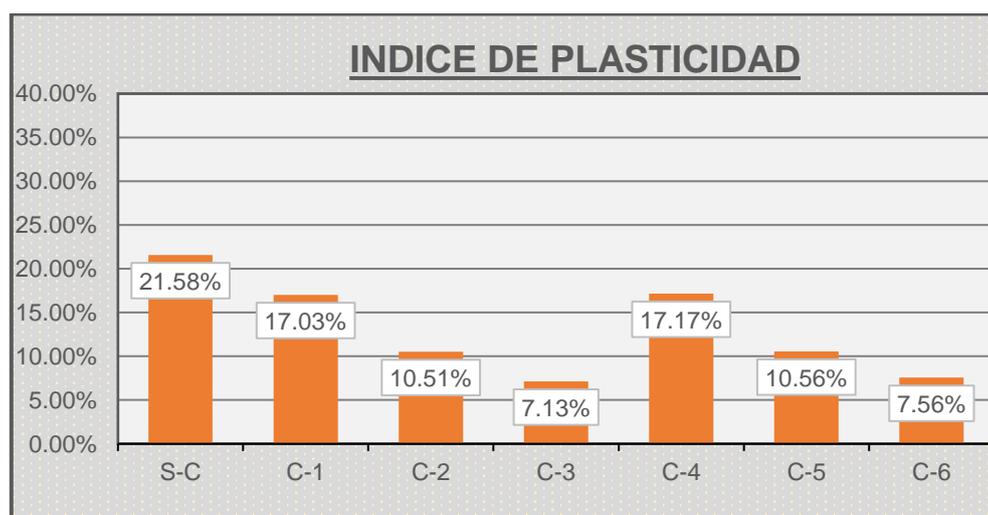


Figura 15. Diagrama de barras del Índice de Plasticidad.

Nota. Elaboración Propia.

Interpretación:

Según a la tabla N° 11 y la figura N° 15, se observa que con la adición de ceniza de quinua en una proporción determinada y de cemento en diferentes proporciones los valores del índice de plasticidad van reduciéndose proporcionalmente al porcentaje de incorporación; presentando un porcentaje de variación máxima de 66.96% respecto del suelo natural; siendo 7.13% el valor máximo reducido tras efectuar las diferentes combinaciones, por lo que la tendencia es de disminución.

Prueba de hipótesis Índice de plasticidad

Prueba de normalidad

Formulación de la hipótesis estadística

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

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

Nivel de significancia

Nivel de confianza: 95%

Nivel de significancia (alfa): 5% = 0.05

Prueba estadística estimación del p-valor

La cantidad de datos de índice de plasticidad para cada dosificación es de 2, por lo tanto, aplicaremos la prueba estadística de Shapiro - Wilk

Tabla 12. Prueba de normalidad para los datos de índice de plasticidad

Propiedades físicas de la subrasante	Porcentajes de dosificación con ceniza de quinua y cemento	Shapiro - Wilk		
		Estadístico	gl.	Sig.
Índice de plasticidad	0%CQ+0%C°	0,993	2	0,843
	5%CQ+5%C°	0,976	2	0,702
	5%CQ+10%C°	1,000	2	1,000
	5%CQ+15%C°	0,992	2	0,826
	10%CQ+5%C°	1,000	2	0,967
	10%CQ+10%C°	0,985	2	0,767
	10%CQ+15%C°	0,969	2	0,664

Nota. Datos extraídos del SPSS

Regla de decisión

Si $p\text{-valor} < 0.05$: aceptamos la hipótesis alterna

Si $p\text{-valor} > 0.05$: aceptamos la hipótesis nula

Decisión y conclusión

Como $p\text{-valor}$ para el índice de plasticidad en cada dosificación son mayores al valor de significancia 0.05, aceptaremos la hipótesis nula donde nos dice que los datos tienen una distribución normal por lo tanto aplicaremos una prueba estadística paramétrica. En este caso la prueba de análisis de varianza ANOVA de un factor, debido a la variedad de los grupos en la variable independiente.

Análisis de varianza ANOVA de un factor

Formulación de la hipótesis estadística

H_0 : La utilización de cemento y ceniza de quinua no tiene una influencia significativa positiva en el índice de plasticidad de arcillas expansivas.

H_a : La utilización de cemento y ceniza de quinua tiene una influencia significativa positiva en el índice de plasticidad de arcillas expansivas.

Nivel de significancia

Nivel de confianza: 95%

Nivel de significancia (alfa): 5% = 0.05

Prueba estadística estimación del p-valor

Tabla 13. Prueba de homogeneidad de varianzas

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
0.947	6	14	0.493

Nota. Datos extraídos del SPSS

Tabla 14. Prueba de análisis de varianza

	Suma de cuadrados	gl.	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	366.657	6	61.109	213.723	0.000
Dentro de grupos	2.002	7	0.286		
Total	368.658	13			

Nota. Datos extraídos del SPSS

Tabla 15. Prueba post hoc - Tukey

Grupo (I)	Grupo (J)	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
0%CQ+0%C°	5%CQ+5%C°	4.55500*	.001
	5%CQ+10%C°	11.07000*	.000
	5%CQ+15%C°	14.45000*	.000
	10%CQ+5%C°	4.41500*	.001
	10%CQ+10%C°	11.02000*	.000
	10%CQ+15%C°	14.02000*	.000
5%CQ+5%C°	0%CQ+0%C°	-4.55500*	.001
	5%CQ+10%C°	6.51500*	.000
	5%CQ+15%C°	9.89500*	.000
	10%CQ+5%C°	-.14000	1.000
	10%CQ+10%C°	6.46500*	.000
	10%CQ+15%C°	9.46500*	.000
5%CQ+10%C°	0%CQ+0%C°	-11.07000*	.000
	5%CQ+5%C°	-6.51500*	.000
	5%CQ+15%C°	3.38000*	.004
	10%CQ+5%C°	-6.65500*	.000
	10%CQ+10%C°	-.05000	1.000
	10%CQ+15%C°	2.95000*	.009
5%CQ+15%C°	0%CQ+0%C°	-14.45000*	.000
	5%CQ+5%C°	-9.89500*	.000
	5%CQ+10%C°	-3.38000*	.004
	10%CQ+5%C°	-10.03500*	.000
	10%CQ+10%C°	-3.43000*	.004
	10%CQ+15%C°	-.43000	.977
10%CQ+5%C°	0%CQ+0%C°	-4.41500*	.001
	5%CQ+5%C°	.14000	1.000
	5%CQ+10%C°	6.65500*	.000
	5%CQ+15%C°	10.03500*	.000
	10%CQ+10%C°	6.60500*	.000
	10%CQ+15%C°	9.60500*	.000
10%CQ+10%C°	0%CQ+0%C°	-11.02000*	.000
	5%CQ+5%C°	-6.46500*	.000
	5%CQ+10%C°	.05000	1.000
	5%CQ+15%C°	3.43000*	.004
	10%CQ+5%C°	-6.60500*	.000
	10%CQ+15%C°	3.00000*	.008
10%CQ+15%C°	0%CQ+0%C°	-14.02000*	.000
	5%CQ+5%C°	-9.46500*	.000
	5%CQ+10%C°	-2.95000*	.009
	5%CQ+15%C°	.43000	.977
	10%CQ+5%C°	-9.60500*	.000
	10%CQ+10%C°	-3.00000*	.008

Nota. Datos extraídos del SPSS

Regla de decisión

Si $p\text{-valor} < 0.05$: aceptamos la hipótesis alterna

Si $p\text{-valor} > 0.05$: aceptamos la hipótesis nula

Decisión y conclusión

Para la prueba de análisis de varianza se estableció la hipótesis nula y la alterna, la nula nos indica que las medias de las distribuciones del índice de plasticidad son iguales, esto nos indica que al adicionar ceniza de quinua más cemento al suelo de subrasante no influyen en sus propiedades para estabilizar la subrasante, en cuanto a la hipótesis alterna nos indica que al menos una de las medias son diferentes de otras, es decir que la adición de ceniza de quinua más cemento en diferentes porcentajes influyen en el suelo de la subrasante.

En la Tabla 13 para la prueba de homogeneidad de varianzas el $p\text{-valor}$ es mayor a la significancia, por lo que se acepta la hipótesis nula donde nos indica que las homogeneidades son iguales.

En la Tabla 14 mostramos la significancia resultante de la prueba de análisis de varianza 0.000, la cual es menor que la significancia 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis alterna (H_a) donde nos indica que la utilización de cemento y ceniza de quinua tiene una influencia significativa positiva en el índice de plasticidad, es decir, que la adición de cemento y ceniza de quinua tiene una influencia en las propiedades físicas de las arcillas expansivas, disminuyendo su plasticidad.

En la Tabla 15 observamos la prueba de Tukey, la cual nos muestran las diferencias significativas, es decir en qué nivel o dosificación se encuentran dichas diferencias mencionadas con la prueba análisis de varianza ANOVA.

Indicador 02: MÁXIMA DENSIDAD SECA

Tabla 16. Máxima densidad seca de la calicata N° 2.

MUESTRAS	M.D.S. (gr/cc)		PROMEDIO (gr/cc)	% VARIACION
	E-1	E-2		
S-C	1.746	1.754	1.750	
C-1	1.772	1.786	1.779	1.66%
C-2	1.817	1.826	1.822	4.09%
C-3	1.911	1.929	1.920	9.71%
C-4	1.794	1.800	1.797	2.69%
C-5	1.819	1.833	1.826	4.34%
C-6	1.94	1.956	1.948	11.31%

Nota. Elaboración Propia.

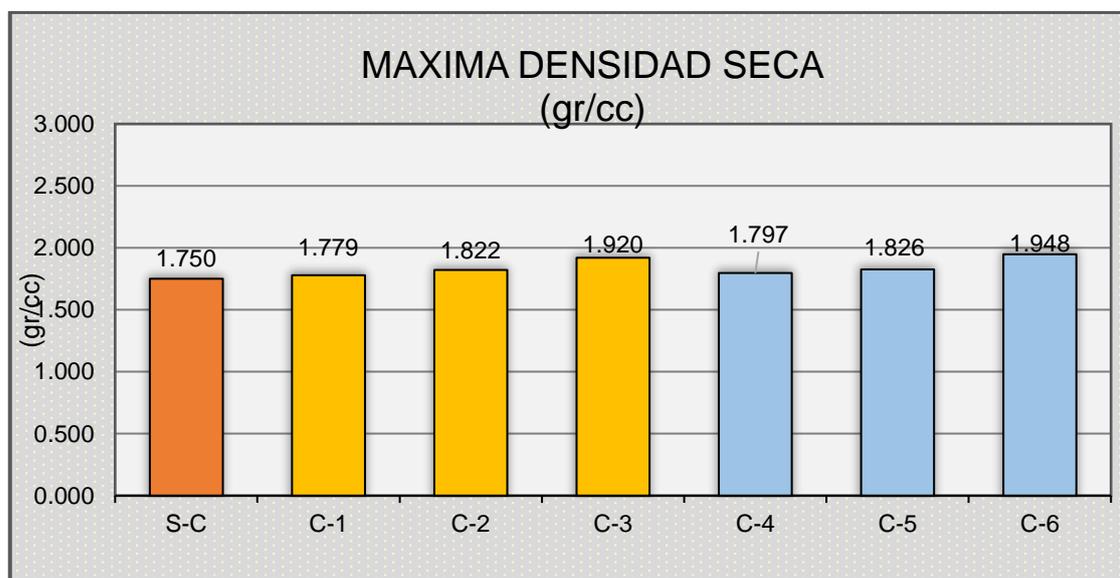


Figura 16. Diagrama de barras de la Máxima Densidad Seca.

Nota. Elaboración Propia.

Interpretación:

Según a la tabla N° 16 y figura N° 16, se visualiza con la adición de ceniza de quinua en una proporción determinada y de cemento en diferentes proporciones los valores de la máxima densidad seca, incrementa proporcionalmente al porcentaje de incorporación; presentando un porcentaje de variación máxima de 11.31% respecto del suelo natural; siendo 1.948 gr/cc el valor máximo alcanzado al efectuar las diferentes combinaciones, por lo que la tendencia es de incremento.

Prueba de hipótesis Máxima densidad seca

Prueba de normalidad

Formulación de la hipótesis estadística

Ho: Los datos de máxima densidad seca tienen una distribución normal

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

Nivel de significancia

Nivel de confianza: 95%

Nivel de significancia (alfa): 5% = 0.05

Prueba estadística estimación del p-valor

La cantidad de datos de máxima densidad seca para cada dosificación es de 2, por lo tanto, aplicaremos la prueba estadística de Shapiro – Wilk.

Tabla 17. Prueba de normalidad para los datos de máxima densidad seca

Propiedades mecánicas de la subrasante	Porcentajes de dosificación con ceniza de quinua y cemento	Shapiro - Wilk		
		Estadístico	gl.	Sig.
Máxima densidad seca	0%CQ+0%C°	0,821	2	0,165
	5%CQ+5%C°	0,945	2	0,549
	5%CQ+10%C°	0,933	2	0,498
	5%CQ+15%C°	0,860	2	0,267
	10%CQ+5%C°	0,855	2	0,253
	10%CQ+10%C°	0,956	2	0,598
	10%CQ+15%C°	0,799	2	0,113

Nota. Datos extraídos del SPSS

Regla de decisión

Si p-valor < 0.05: aceptamos la hipótesis alterna

Si p-valor > 0.05: aceptamos la hipótesis nula

Decisión y conclusión

Como p-valor para la máxima densidad seca en cada dosificación son mayores al valor de significancia 0.05, aceptaremos la hipótesis nula donde nos dice que los datos tienen una distribución normal por lo tanto aplicaremos una prueba

estadística paramétrica. En este caso la prueba de análisis de varianza ANOVA de un factor, debido a la variedad de los grupos en la variable independiente.

Análisis de varianza ANOVA de un factor

Formulación de la hipótesis estadística

Ho: el empleo de cemento y ceniza de quinua no tiene influencia significativa positiva en la máxima densidad seca de arcillas expansivas.

Ha: el empleo de cemento y ceniza de quinua tiene influencia significativa positiva en la máxima densidad seca de arcillas expansivas.

Nivel de significancia

Nivel de confianza: 95%

Nivel de significancia (alfa): 5% = 0.05

Prueba estadística estimación del p-valor

Tabla 18. Prueba de homogeneidad de varianzas

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
0.229	6	14	0.960

Nota. Datos extraídos del SPSS

Tabla 19. Prueba de análisis de varianza

	Suma de cuadrados	gl.	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.064	6	0.01	129.762	0.000
Dentro de grupos	0.01	7	0.00		
Total	0.065	13			

Nota. Datos extraídos del SPSS

Tabla 20. Prueba post hoc - Tukey

Grupo (I)	Grupo (J)	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
0%CQ+0%C°	5%CQ+5%C°	-.02900	.125
	5%CQ+10%C°	-.07150*	.001
	5%CQ+15%C°	-.17000*	.000
	10%CQ+5%C°	-.04700*	.013
	10%CQ+10%C°	-.07600*	.001
	10%CQ+15%C°	-.19800*	.000
	0%CQ+0%C°	.02900	.125

5%CQ+5%C°	5%CQ+10%C°	-.04250*	.022
	5%CQ+15%C°	-.14100*	.000
	10%CQ+5%C°	-.01800	.493
	10%CQ+10%C°	-.04700*	.013
	10%CQ+15%C°	-.16900*	.000
5%CQ+10%C°	0%CQ+0%C°	.07150*	.001
	5%CQ+5%C°	.04250*	.022
	5%CQ+15%C°	-.09850*	.000
	10%CQ+5%C°	.02450	.225
	10%CQ+10%C°	-.00450	.998
	10%CQ+15%C°	-.12650*	.000
5%CQ+15%C°	0%CQ+0%C°	.17000*	.000
	5%CQ+5%C°	.14100*	.000
	5%CQ+10%C°	.09850*	.000
	10%CQ+5%C°	.12300*	.000
	10%CQ+10%C°	.09400*	.000
	10%CQ+15%C°	-.02800	.143
10%CQ+5%C°	0%CQ+0%C°	.04700*	.013
	5%CQ+5%C°	.01800	.493
	5%CQ+10%C°	-.02450	.225
	5%CQ+15%C°	-.12300*	.000
	10%CQ+10%C°	-.02900	.125
	10%CQ+15%C°	-.15100*	.000
10%CQ+10%C°	0%CQ+0%C°	.07600*	.001
	5%CQ+5%C°	.04700*	.013
	5%CQ+10%C°	.00450	.998
	5%CQ+15%C°	-.09400*	.000
	10%CQ+5%C°	.02900	.125
	10%CQ+15%C°	-.12200*	.000
10%CQ+15%C°	0%CQ+0%C°	.19800*	.000
	5%CQ+5%C°	.16900*	.000
	5%CQ+10%C°	.12650*	.000
	5%CQ+15%C°	.02800	.143
	10%CQ+5%C°	.15100*	.000
	10%CQ+10%C°	.12200*	.000

Nota. Datos extraídos del SPSS

Regla de decisión

Si $p\text{-valor} < 0.05$: aceptamos la hipótesis alterna

Si $p\text{-valor} > 0.05$: aceptamos la hipótesis nula

Decisión y conclusión

Para la prueba de análisis de varianza se estableció la hipótesis nula y la alterna, la nula nos indica que las medias de las distribuciones del índice de plasticidad son

iguales, esto nos indica que al adicionar ceniza de quinua más cemento al suelo de subrasante no influyen en sus propiedades para estabilizar la subrasante, en cuanto a la hipótesis alterna nos indica que al menos una de las medias son diferentes de otras, es decir que la adición de ceniza de quinua más cemento en diferentes porcentajes influyen en el suelo de la subrasante.

En la Tabla 18 para la prueba de homogeneidad de varianzas el p-valor es mayor a la significancia, por lo que se acepta la hipótesis nula donde nos indica que las homogeneidades son iguales.

En la Tabla 19 mostramos la significancia resultante de la prueba de análisis de varianza 0.000, la cual es menor que la significancia 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis alterna (Ha) donde nos indica que el empleo de cemento y ceniza de quinua tiene influencia significativa positiva en la máxima densidad seca, es decir que, al incorporar el cemento y ceniza de quinua mejoran las propiedades mecánicas de las arcillas expansivas, incrementando el valor de la densidad.

En la Tabla 20 observamos la prueba de Tukey, la cual nos muestran las diferencias significativas, es decir en qué nivel o dosificación se encuentran dichas diferencias mencionadas con la prueba de análisis de varianza ANOVA.

Indicador 03: ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

Tabla 21. Resumen de los valores obtenidos de Optimo Contenido de Humedad.

MUESTRAS	O.C.H. (%)		PROMEDIO (%)	% VARIACION
	E-1	E-2		
S-C	20.74%	19.81%	20.28%	
C-1	18.19%	17.21%	17.70%	-12.70%
C-2	17.62%	16.50%	17.06%	-15.86%
C-3	13.58%	12.71%	13.15%	-35.17%
C-4	18.16%	18.30%	18.23%	-10.09%
C-5	18.59%	17.00%	17.80%	-12.23%
C-6	10.54%	11.14%	10.84%	-46.54%

Nota. Elaboración Propia.

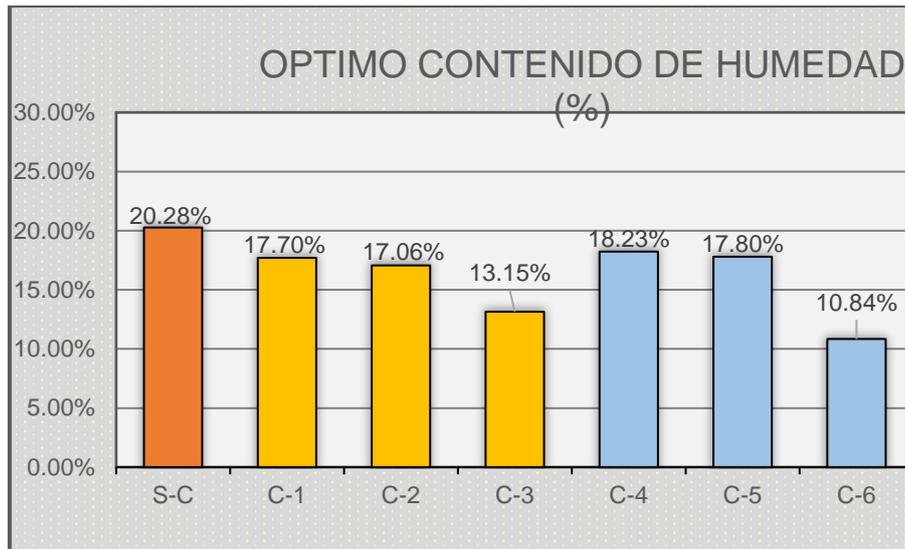


Figura 17. Diagrama de barras del Óptimo Contenido de Humedad.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Según a la tabla N° 21 y figura N° 17, se observa que, con la adición de ceniza de quinua en una proporción determinada y cemento en diferentes proporciones, los valores van reduciéndose proporcionalmente al porcentaje de incorporación obteniendo un porcentaje de variación máxima de 46.54 % respecto al valor del suelo natural, siendo 10.84 % el valor máximo reducido, por lo que la tendencia es de disminución.

Prueba de hipótesis Óptimo contenido de humedad

Prueba de normalidad

Formulación de la hipótesis estadística

Ho: Los datos del óptimo contenido de humedad tienen una distribución normal

Ha: Los datos del óptimo contenido de humedad no tienen una distribución normal

Nivel de significancia

Nivel de confianza: 95%

Nivel de significancia (alfa): 5% = 0.05

Prueba estadística estimación del p-valor

La cantidad de datos del óptimo contenido de humedad para cada dosificación es de 2, por lo tanto, aplicaremos la prueba estadística de Shapiro - Wilk

Tabla 22. Prueba de normalidad para los datos del óptimo contenido de humedad

Propiedades mecánicas de la subrasante	Porcentajes de dosificación con ceniza de quinua y cemento	Shapiro - Wilk		
		Estadístico	gl.	Sig.
Óptimo contenido de humedad	0%CQ+0%C°	0,993	2	0,843
	5%CQ+5%C°	0,987	2	0,780
	5%CQ+10%C°	0,949	2	0,567
	5%CQ+15%C°	0,871	2	0,298
	10%CQ+5%C°	0,972	2	0,679
	10%CQ+10%C°	0,993	2	0,843
	10%CQ+15%C°	0,902	2	0,391

Nota. Datos extraídos del SPSS

Regla de decisión

Si p-valor < 0.05: aceptamos la hipótesis alterna

Si p-valor > 0.05: aceptamos la hipótesis nula

Decisión y conclusión

Como p-valor para el óptimo contenido de humedad en cada dosificación son mayores al valor de significancia 0.05, aceptaremos la hipótesis nula donde nos dice que los datos tienen una distribución normal por lo tanto aplicaremos una prueba estadística paramétrica. En este caso la prueba de análisis de varianza ANOVA de un factor, debido a la variedad de los grupos en la variable independiente.

Análisis de varianza ANOVA de un factor

Formulación de la hipótesis estadística

Ho: el empleo de cemento y ceniza de quinua no tiene influencia significativa positiva en el óptimo contenido de humedad de arcillas expansivas.

Ha: el empleo de cemento y ceniza de quinua tiene influencia significativa en el óptimo contenido de humedad de arcillas expansivas

Nivel de significancia

Nivel de confianza: 95%

Nivel de significancia (alfa): 5% = 0.05

Prueba estadística estimación del p-valor

Tabla 23. Prueba de homogeneidad de varianzas

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
6.543	6	14	0.002

Nota. Datos extraídos del SPSS

Tabla 24. Prueba de análisis de varianza

	Suma de cuadrados	gl.	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	127.872	6	21.312	44.240	0.000
Dentro de grupos	3.372	7	0.482		
Total	131.245	13			

Nota. Datos extraídos del SPSS

Tabla 25. Prueba post hoc - Tukey

Grupo (I)	Grupo (J)	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
0%CQ+0%C°	5%CQ+5%C°	2.57500	.067
	5%CQ+10%C°	3.21500*	.023
	5%CQ+15%C°	7.13000*	.000
	10%CQ+5%C°	2.04500	.168
	10%CQ+10%C°	2.48000	.079
	10%CQ+15%C°	9.43500*	.000
5%CQ+5%C°	0%CQ+0%C°	-2.57500	.067
	5%CQ+10%C°	.64000	.957
	5%CQ+15%C°	4.55500*	.003
	10%CQ+5%C°	-.53000	.982
	10%CQ+10%C°	-.09500	1.000
	10%CQ+15%C°	6.86000*	.000
5%CQ+10%C°	0%CQ+0%C°	-3.21500*	.023
	5%CQ+5%C°	-.64000	.957
	5%CQ+15%C°	3.91500*	.008
	10%CQ+5%C°	-1.17000	.644
	10%CQ+10%C°	-.73500	.922
	10%CQ+15%C°	6.22000*	.000
5%CQ+15%C°	0%CQ+0%C°	-7.13000*	.000
	5%CQ+5%C°	-4.55500*	.003
	5%CQ+10%C°	-3.91500*	.008
	10%CQ+5%C°	-5.08500*	.002
	10%CQ+10%C°	-4.65000*	.003

	10%CQ+15%C°	2.30500	.107
10%CQ+5%C°	0%CQ+0%C°	-2.04500	.168
	5%CQ+5%C°	.53000	.982
	5%CQ+10%C°	1.17000	.644
	5%CQ+15%C°	5.08500*	.002
	10%CQ+10%C°	.43500	.993
	10%CQ+15%C°	7.39000*	.000
10%CQ+10%C°	0%CQ+0%C°	-2.48000	.079
	5%CQ+5%C°	.09500	1.000
	5%CQ+10%C°	.73500	.922
	5%CQ+15%C°	4.65000*	.003
	10%CQ+5%C°	-.43500	.993
	10%CQ+15%C°	6.95500*	.000
10%CQ+15%C°	0%CQ+0%C°	-9.43500*	.000
	5%CQ+5%C°	-6.86000*	.000
	5%CQ+10%C°	-6.22000*	.000
	5%CQ+15%C°	-2.30500	.107
	10%CQ+5%C°	-7.39000*	.000
	10%CQ+10%C°	-6.95500*	.000

Nota. Datos extraídos del SPSS

Regla de decisión

Si p-valor < 0.05: aceptamos la hipótesis alterna

Si p-valor > 0.05: aceptamos la hipótesis nula

Decisión y conclusión

Para la prueba de análisis de varianza se estableció la hipótesis nula y la alterna, la nula nos indica que las medias de las distribuciones del índice de plasticidad son iguales, esto nos indica que al adicionar ceniza de quinua más cemento al suelo de subrasante no influyen en sus propiedades para estabilizar la subrasante, en cuanto a la hipótesis alterna nos indica que al menos una de las medias son diferentes de otras, es decir que la adición de ceniza de quinua más cemento en diferentes porcentajes influyen en el suelo de la subrasante.

En la Tabla 23 para la prueba de homogeneidad de varianzas el p-valor es menor a la significancia, por lo que se acepta la hipótesis alterna donde nos indica que al menos una de las homogeneidades es diferente de otras.

En la Tabla 24 mostramos la significancia resultante de la prueba de análisis de varianza 0.000, la cual es menor que la significancia 0.05, por lo que aceptamos la

hipótesis alterna (Ha) donde nos indica que el empleo de cemento y ceniza de quinua tiene influencia significativa en el óptimo contenido de humedad, es decir, la incorporación de cemento y ceniza de quinua mejora las propiedades mecánicas de las arcillas expansivas, disminuyendo sus valores.

En la Tabla 25 observamos la prueba de Tukey, la cual nos muestran las diferencias significativas, es decir en qué nivel o dosificación se encuentran dichas diferencias mencionadas con la prueba análisis de varianza ANOVA.

Indicador 04: CAPACIDAD DE SOPORTE CBR

Tabla 26. Resumen de los valores obtenidos del CBR al 95%.

MUESTRAS	CBR 95%		PROMEDIO	% VARIACION
	E-1	E-2		
S-C	4.0%	4.3%	4.15%	
C-1	7.5%	8.0%	7.75%	87%
C-2	11.2%	11.3%	11.25%	171%
C-3	13.8%	14.8%	14.30%	245%
C-4	8.9%	8.7%	8.80%	112%
C-5	11.4%	11.1%	11.25%	171%
C-6	7.9%	7.8%	7.85%	89%

Nota. Elaboración Propia.

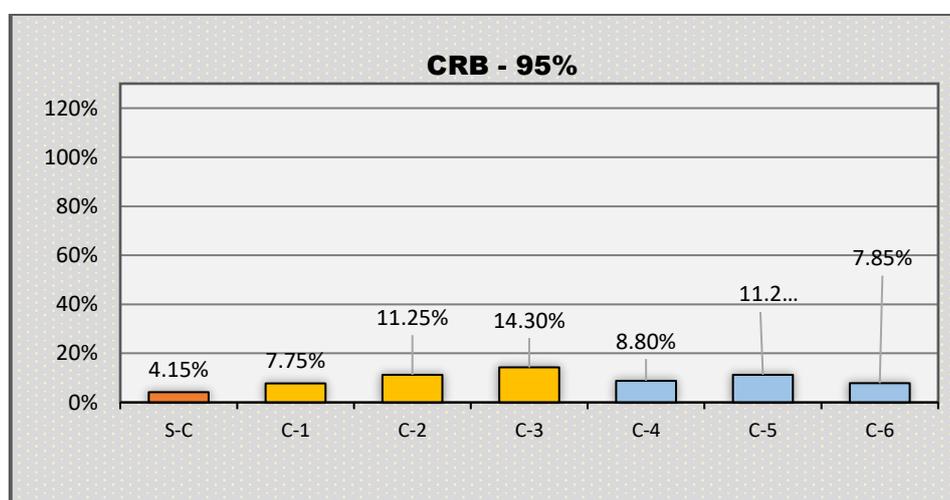


Figura 18. Diagrama de barras del CBR - 95 %

Nota. Elaboración Propia.

Interpretación:

Según a la tabla N° 26 y el grafico N° 18, se observa que con la adición de ceniza de quinua en una proporción determinada y de cemento en diferentes proporciones los valores de la capacidad de soporte CBR – 95%, van aumentando proporcionalmente al porcentaje de incorporación; obteniendo un porcentaje de variación máxima de 245% respecto al valor del suelo natural, siendo 14.30% el valor máximo alcanzado, por lo que la tendencia es de incremento.

Tabla 27. Resumen de los valores obtenidos del CBR al 100%.

MUESTRAS	CBR 100%		PROMEDIO	% VARIACION
	E-1	E-2		
S-C	5.3%	5.5%	5.4%	
C-1	9.8%	10.4%	10.1%	87%
C-2	15.3%	15.4%	15.4%	184%
C-3	20.6%	21.9%	21.3%	294%
C-4	11.3%	11.2%	11.3%	108%
C-5	16.2%	16.1%	16.2%	199%
C-6	18.2%	19.8%	19.0%	252%

Nota. Elaboración Propia.

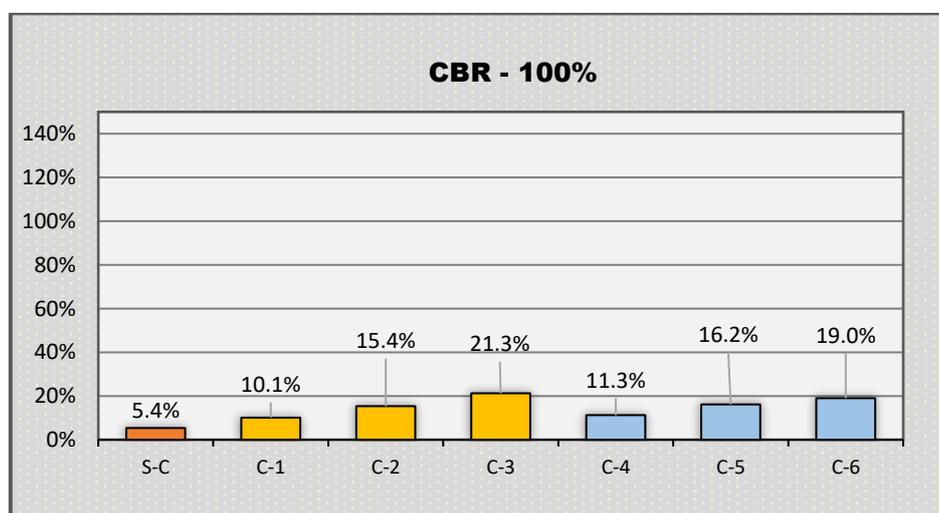


Figura 19. Diagrama de barras del CBR - 100%.

Nota. Elaboración Propia.

Interpretación:

Según a la tabla N° 27 y el grafico N° 19, se observa que con la adición de ceniza de quinua en una proporción determinada y de cemento en diferentes proporciones los valores de la capacidad de soporte CBR – 100%, van aumentando proporcionalmente al porcentaje de incorporación; obteniendo un porcentaje de variación máxima de 294% respecto al valor del suelo natural, siendo 21.3% el valor máximo alcanzado, por lo que la tendencia es de incremento.

Prueba de hipótesis Capacidad de soporte del suelo CBR

Prueba de normalidad

Formulación de la hipótesis estadística

Ho: Los datos de la capacidad de soporte CBR tienen una distribución normal

Ha: Los datos de la capacidad de soporte CBR no tienen una distribución normal

Nivel de significancia

Nivel de confianza: 95%

Nivel de significancia (alfa): 5% = 0.05

Prueba estadística estimación del p-valor

La cantidad de datos de CBR para cada dosificación es de 2, por lo tanto, aplicaremos la prueba estadística de Shapiro - Wilk

Tabla 28. Prueba de normalidad para los datos de capacidad de soporte

Propiedades mecánicas de la subrasante	Porcentajes de dosificación con ceniza de quinua y cemento	Shapiro - Wilk		
		Estadístico	gl.	Sig.
Capacidad de soporte	0%CQ+0%C°	0,923	2	0,923
	5%CQ+5%C°	1,000	2	1,000
	5%CQ+10%C°	0,983	2	0,983
	5%CQ+15%C°	0,969	2	0,969
	10%CQ+5%C°	0,987	2	0,987
	10%CQ+10%C°	0,998	2	0,998
	10%CQ+15%C°	0,996	2	0,996

Nota. Datos extraídos del SPSS

Regla de decisión

Si $p\text{-valor} < 0.05$: aceptamos la hipótesis alterna

Si $p\text{-valor} > 0.05$: aceptamos la hipótesis nula

Decisión y conclusión

Como $p\text{-valor}$ para el CBR en cada dosificación son mayores al valor de significancia 0.05, aceptaremos la hipótesis nula donde nos dice que los datos tienen una distribución normal por lo tanto aplicaremos una prueba estadística paramétrica. En este caso la prueba de análisis de varianza ANOVA de un factor, debido a la variedad de los grupos en la variable independiente.

Análisis de varianza ANOVA de un factor

Formulación de la hipótesis estadística

H_0 : el uso de cemento y ceniza de quinua no tiene una influencia significativa positiva en la capacidad de soporte CBR de arcillas expansivas.

H_a : el uso de cemento y ceniza de quinua tiene una influencia significativa positiva en la capacidad de soporte CBR de arcillas expansivas.

Nivel de significancia

Nivel de confianza: 95%

Nivel de significancia (alfa): 5% = 0.05

Prueba estadística estimación del $p\text{-valor}$

Tabla 29. Prueba de homogeneidad de varianzas

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1.400	6	14	0.282

Nota. Datos extraídos del SPSS

Tabla 30. Prueba de análisis de varianza

	Suma de cuadrados	gl.	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	127.747	6	21.291	200.051	.000
Dentro de grupos	.745	7	.106		
Total	128.492	13			

Nota. Datos extraídos del SPSS

Tabla 31. Prueba post hoc - Tukey

Grupo (I)	Grupo (J)	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
0%CQ+0%C°	5%CQ+5%C°	-3.60000*	.000
	5%CQ+10%C°	-7.10000*	.000
	5%CQ+15%C°	-10.15000*	.000
	10%CQ+5%C°	-4.65000*	.000
	10%CQ+10%C°	-7.10000*	.000
	10%CQ+15%C°	-3.70000*	.000
5%CQ+5%C°	0%CQ+0%C°	3.60000*	.000
	5%CQ+10%C°	-3.50000*	.000
	5%CQ+15%C°	-6.55000*	.000
	10%CQ+5%C°	-1.05000	.121
	10%CQ+10%C°	-3.50000*	.000
	10%CQ+15%C°	-.10000	1.000
5%CQ+10%C°	0%CQ+0%C°	7.10000*	.000
	5%CQ+5%C°	3.50000*	.000
	5%CQ+15%C°	-3.05000*	.000
	10%CQ+5%C°	2.45000*	.001
	10%CQ+10%C°	.00000	1.000
	10%CQ+15%C°	3.40000*	.000
5%CQ+15%C°	0%CQ+0%C°	10.15000*	.000
	5%CQ+5%C°	6.55000*	.000
	5%CQ+10%C°	3.05000*	.000
	10%CQ+5%C°	5.50000*	.000
	10%CQ+10%C°	3.05000*	.000
	10%CQ+15%C°	6.45000*	.000
10%CQ+5%C°	0%CQ+0%C°	4.65000*	.000
	5%CQ+5%C°	1.05000	.121
	5%CQ+10%C°	-2.45000*	.001
	5%CQ+15%C°	-5.50000*	.000
	10%CQ+10%C°	-2.45000*	.001
	10%CQ+15%C°	.95000	.175
10%CQ+10%C°	0%CQ+0%C°	7.10000*	.000
	5%CQ+5%C°	3.50000*	.000
	5%CQ+10%C°	.00000	1.000
	5%CQ+15%C°	-3.05000*	.000
	10%CQ+5%C°	2.45000*	.001
	10%CQ+15%C°	3.40000*	.000
10%CQ+15%C°	0%CQ+0%C°	3.70000*	.000
	5%CQ+5%C°	.10000	1.000
	5%CQ+10%C°	-3.40000*	.000
	5%CQ+15%C°	-6.45000*	.000
	10%CQ+5%C°	-.95000	.175
	10%CQ+10%C°	-3.40000*	.000

Nota. Datos extraídos del SPSS

Regla de decisión

Si $p\text{-valor} < 0.05$: aceptamos la hipótesis alterna

Si $p\text{-valor} > 0.05$: aceptamos la hipótesis nula

Decisión y conclusión

Para la prueba de análisis de varianza se estableció la hipótesis nula y la alterna, la nula nos indica que las medias de las distribuciones del índice de plasticidad son iguales, esto nos indica que al adicionar ceniza de quinua más cemento al suelo de subrasante no influyen en sus propiedades para estabilizar la subrasante, en cuanto a la hipótesis alterna nos indica que al menos una de las medias son diferentes de otras, es decir que la adición de ceniza de quinua más cemento en diferentes porcentajes influyen en el suelo de la subrasante.

En la Tabla 29 para la prueba de homogeneidad de varianzas el $p\text{-valor}$ es mayor a la significancia, por lo que se acepta la hipótesis nula donde nos indica que las homogeneidades son iguales.

En la Tabla 30 mostramos la significancia resultante de la prueba de análisis de varianza 0.000, la cual es menor que la significancia 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis alterna que indica que el uso de cemento y ceniza de quinua tiene una influencia significativa positiva en la capacidad de soporte CBR, es decir, la incorporación de cemento y ceniza de quinua influye en las propiedades mecánicas de las arcillas expansivas, aumentando y disminuyendo sus valores.

En la Tabla 31 observamos la prueba de Tukey, la cual nos muestran las diferencias significativas, es decir en qué nivel o dosificación se encuentran dichas diferencias mencionadas con la prueba análisis de varianza ANOVA.

V. DISCUSIÓN

Indicador 1: ÍNDICE DE PLASTICIDAD

En el trabajo de investigación, el índice de plasticidad al realizar las diferentes combinaciones de ceniza de quinua y cemento en sus diversas proporciones, reducen en 21.11 % para C - 1, 51.30 % para C – 2, 66.96 % para C – 3, 20.46 % para C – 4, 51.07 % para C – 5 y 64.97 % para C – 6 en relación al suelo natural. Según Ikeagwuani, Promesas & Agunwamba (2019), en su trabajo de investigación con la adición de ceniza de aserrín; obtuvo una reducción del índice de plasticidad siendo para la D - 4 (BCS + 16%SDA) 28.7 %, para la D – 5 (BCS + 20% SDA) 28.5% respecto de su muestra natural. Estos resultados son similares a los obtenidos en la investigación, ya que la adición es proporcional al porcentaje de incorporación, y la adición destacable fue C-3 quien obtuvo un mejor valor en la reducción del índice de plasticidad.

Indicador 2: MÁXIMA DENSIDAD SECA

En el trabajo de investigación la máxima densidad seca al efectuar las diversas incorporaciones de ceniza de quinua y cemento en diferentes proporciones, aumentan en 1.66% para C – 1, 4.09% para C – 2, 9.71% para C – 3, 2.69% para C – 4, 4.34% para C – 5 y 11.31% para C – 6 en relación al suelo natural. Según Maquera , y otros, (2021), en su trabajo realizado con la adición de cal y ceniza volante; obtuvo un aumentó en su valor de la máxima densidad seca siendo para la dosificación N°2 un valor de 18.86 kn/m³, para la dosificación N°3 19.07 kn/m³ y para la dosificación N°4 19.30 kn/m³ con respecto de la muestra natural. Estos resultados son similares a los alcanzados en la investigación, ya que los valores obtenidos tienden a incrementar en relación al porcentaje de incorporación, siendo la combinación más destacable C – 6 quien obtuvo un mejor valor en el aumento de la máxima densidad seca.

Indicador 3: ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

En el trabajo de investigación el óptimo contenido de humedad al efectuar las diversas incorporaciones de ceniza de quinua y cemento en diferentes proporciones, disminuyen en 12.70% para C – 1, 15.86% para C – 2, 35.17% para C – 3, 10.09 % para C – 4, 12.23 % para C – 5 y 46.54% para C – 6 en relación al

suelo natural. Según Guia (2021) quien adicionó cal y ceniza de quinua; obtuvo una reducción de los valores del OCH, siendo para la dosificación de 4% CQ un valor de 8.89%, para dosificación de 6% CQ un valor de 8.44% y finalmente para la dosificación de 8% CQ un valor de 8.31% respecto de la muestra natural. En tal sentido, se logra afirmar que los resultados son similares a los alcanzados en la investigación, ya que los valores del OCH tienen una tendencia a disminuir en relación al porcentaje de incorporación, siendo la combinación más resaltante C – 6 quien tuvo una reducción en el Optimo Contenido de humedad.

Indicador 4: CAPACIDAD DE SOPORTE CBR

En el desarrollo de la investigación la capacidad de soporte CBR tras efectuar las diferentes dosificaciones de cemento y ceniza de quinua, aumentan en 87% para C – 1, 171 % para C – 2, 245 % para C – 3, 112 % para C – 4, 171 % para C – 5 y 89 % para C – 6 concerniente al CBR – 95% y para el CBR – 100% aumentan en 87 % para C – 1, 184 % para C – 2, 294 % para C – 3, 108 % para C – 4, 199 % para C – 5 y 252 % para C – 6 valores obtenidos en relación al suelo natural. Según Almonacid (2019) quien adicionó cal y ceniza de quinua; obtuvo un aumento en el CBR – 95% de la siguiente manera: Para M – 1 un 10.5 %, para M – 2 un 15.65 %, para M – 3 un 20.75 % y para M – 4 un 17 %, asimismo en el CBR – 100% se obtuvo lo siguiente: Para M – 1 un 14.3 %, para M – 2 un 18.55 %, para M – 3 un 25.4 % y para M – 4 un 20% respecto de la muestra natural. Lo cual denota que los resultados son similares a los alcanzados en el estudio, puesto que los valores del CBR tanto para el 95 y 100 % presentan una tendencia de aumento en relación a la proporción de incorporación, siendo la combinación más resaltante la C – 3 en el que se presentó un incremento significativo en la capacidad de soporte.

VI. CONCLUSIONES

- En el presente trabajo se evaluó en qué medida la aplicación de cemento y ceniza de quinua influye en la estabilización de arcillas expansivas, en el que se determinó que tuvo una influencia positiva, ya que en base a los datos obtenidos en las propiedades físicas y mecánica se obtuvo una mejora como se detalla a continuación: en el indicador 1 (índice de plasticidad) destaca la C – 3, para el indicador 2 (máxima densidad seca) resalta la C – 6, para el indicador 3 (óptimo contenido de humedad) destaca la combinación C – 6 y finalmente para el indicador 4 (capacidad de soporte CBR) el que tuvo un mejor desempeño fue la combinación C – 3, se concluye que en cuanto refiere el presente estudio a la estabilización del camino vecinal Chijichaya – Siraya la combinación que tuvo un mejor desempeño fue C – 3 ya que con los valores obtenidos el CBR se categoriza como una subrasante buena conforme a la normativa del MTC.
- En el trabajo de investigación se ha determinado que la incorporación de cemento y ceniza de quinua influye positivamente, porque reduce el índice de plasticidad de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya – Siraya; de la siguiente manera: Para la muestra natural S - C presenta un valor de 21.58 %, para C – 1 reduce el valor a 17.03 %, para C – 2 reduce a 10.51 %, para C – 3 reduce el valor a 7.13 %, para C – 4 presenta un valor de 17.17 %, asimismo para la combinación C – 5 reduce el valor a 10.56 % y finalmente para la C – 6 reduce hasta el valor de 7.56 % según indica en la tabla 16. Esto se confirma mediante la prueba de hipótesis, en el que aceptamos la (H_a) que indica que la utilización del cemento y ceniza de quinua tiene una influencia significativa positiva en el índice de plasticidad de arcillas expansivas; porque $p < 0.05$ (según tabla 14), además se enfatiza que la adición C – 3 es la que más influye en la mejora del índice de plasticidad validado por la prueba post hoc - Tukey en la diferencia de medias, en el que el valor alcanzado es de 14.45000 como se indica en la tabla 15.

- En el desarrollo del trabajo se ha encontrado la incidencia del cemento y ceniza de quinua en la máxima densidad seca el cual influye positivamente, ya que logra aumentar el valor de la MDS de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya – Siraya; conforme se detalla a continuación: Para la muestra natural S -C presenta un valor de 1.750 gr/cc, para C – 1 aumenta el valor a 1.779 gr/cc, para C – 2 aumenta a 1.822 gr/cc, para C – 3 aumenta el valor a 1.920 gr/cc, para C – 4 presenta un valor de 1.797 gr/cc, asimismo para la combinación C – 5 aumenta el valor a 1.826 gr/cc y finalmente para la C – 6 aumenta hasta el valor de 1.948 gr/cc según indica en la tabla 16. Esto se confirma mediante la prueba de hipótesis, en el que aceptamos la (H_a) que indica que la utilización del cemento y ceniza de quinua tiene una influencia significativa positiva en la máxima densidad seca de arcillas expansivas; porque $p < 0.05$ (según tabla 19), además se destaca que la combinación C – 6 es la que más influye en la mejora de la máxima densidad seca siendo respaldado por la prueba post hoc – Tukey en la diferencia de medias, en la que el valor alcanzado fue 0.19800 tal como se muestra en la tabla 20.
- En la realización del estudio se identificó la influencia de cemento y ceniza de quinua en el óptimo contenido de humedad la cual fue una incidencia positiva, puesto que logro disminuir los valores del OCH de arcillas expansivas aplicado en el camino vecinal de Chijichaya – Siraya; conforme se detalla a continuación: Para la muestra natural S -C presenta un valor de 20.28% , para C – 1 reduce el valor a 17.70%, para C – 2 reduce a 17.06 %, para C – 3 reduce el valor a 13.15 %, para C – 4 presenta un valor de 18.23 %, asimismo para la combinación C – 5 reduce el valor a 17.80 % y finalmente para la C – 6 reduce hasta el valor de 10.84 %,según indica en la tabla 21. El cual se corrobora según la prueba de hipótesis, en el que se acepta la (H_a) que dice que el del cemento y ceniza de quinua tiene una influencia significativa positiva en el óptimo contenido de humedad de arcillas expansivas; porque $p < 0.05$ (según tabla 24), además se enfatiza que la adición C – 6 es la que más influye en la reducción del óptimo contenido de humedad tal como lo demuestra la prueba post hoc - Tukey en la diferencia

de medias, en el que el valor alcanzado es de 14.45000 como se indica en la tabla 15.

- Conforme al estudio efectuado se logró determinar la influencia del cemento y ceniza de quinua en la capacidad de soporte CBR en arcillas expansivas el cual tuvo un impacto positivo, ya que logró incrementar los valores del CBR; conforme se detalla a continuación: Para CBR – 95 %, para la muestra natural 4.15 %, para C – 1 aumenta el valor a 7.75 %, para C – 2 aumenta a 11.25 %, para C – 3 aumenta el valor a 14.30 %, para C – 4 presenta un valor de 8.80 %, asimismo para la combinación C – 5 aumenta el valor a 11.25 % y finalmente para la C – 6 presenta un valor de 7.85 %. Para CBR – 100%, para la muestra natural 5.4 %, para C – 1 aumenta el valor a 10.1%, para C – 2 aumenta a 15.4 %, para C – 3 aumenta el valor a 21.3 %, para C – 4 presenta un valor de 11.3 %, asimismo para la combinación C – 5 aumenta el valor a 16.2 % y finalmente para la C – 6 aumenta hasta un valor de 19.0 %, según indica la tabla 26. El cual se confirma mediante la prueba de hipótesis, en el que aceptamos la (H_a) que indica que el uso de cemento y ceniza de quinua tiene una influencia significativa positiva en la capacidad de soporte CBR de arcillas expansivas, porque $p < 0.05$ (según tabla 30), cabe mencionar que para el CBR – 95 y CBR – 100% la combinación C – 3 tuvo un incremento destacable en los valores de la capacidad de soporte, siendo respaldado por la prueba post hoc – Tukey en la diferencia de medias, ya que presentó un valor de 10.1500 tal como se muestra en la tabla 31.

VII. RECOMENDACIONES

- Conforme a lo realizado en el estudio evaluando la aplicación de cemento y ceniza de quinua en el índice de plasticidad recomendamos realizar una incorporación en la que predomine la ceniza de quinua ya que de esa manera se podrá conocer mejor sobre la incidencia verdadera de la ceniza de quinua.
- Tras realizar el análisis en la máxima densidad seca de las arcillas expansivas recomendamos realizar una comparativa entre la estabilización con agentes químicos y la incorporación que se realizó, para de esta manera cuantificar la mejora entre ambas estabilizaciones en lo que refiere a la MDS.
- Se recomienda seguir con el estudio del cemento y ceniza de quinua en el que se deberá analizar el porcentaje de humedad óptima de compactación adicionando ceniza de quinua de manera constante y cemento en cantidades mayores al 10% ya que el porcentaje de agua va reduciendo y teniendo una excelente humedad ya que esta puede incrementar aún más o reducir.
- Con base en los resultados obtenidos en la capacidad portante del suelo en el que se obtuvieron resultados positivos, se recomienda para futuras investigaciones encontrar el porcentaje óptimo de adición de cemento y ceniza de quinua para la estabilización de arcillas expansivas para que de esta manera se conozca los rangos mínimos y máximos en cuanto a la adición de estos dos elementos
- Se sugiere efectuar un análisis de rentabilidad técnica y económica en la incorporación de cemento y ceniza de quinua.

REFERENCIAS

- Almonacid, Ivan M. 2019.** *Estabilización de subrasante mediante cal y ceniza de quinua en suelos del centro poblado Viñas, Tayacaja, Huancavelica.* Universidad Peruana los Andes. Huancayo - Peru : s.n., 2019.
- Mahmood, A, Hassan, R y Fouad, A. 2021.** *An assessment of lime-cement stabilisation on the elastic and resilient moduli of a clayey soil.* s.l. : Taylor Francis Online, 2021.
- Onyelowe, Kennedy, y otros. 2021.** *An experimental study on compaction behavior of lateritic soils treated with quarry dust based geopolymers cement.* 1, s.l. : Ingenta, 2021, Journal of Solid Waste Technology and Management, Vol. 47. ISSN 10881697.
- Angulo, M. y Zavaleta, C. 2020.** *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.* Loreto : Universidad Científica del Perú, 2020.
- Aragón, Y. 2021.** *Análisis comparativo de la edad vs la resistencia a la compresión del concreto elaborado con las marcas de Cementos Portland Tipo I-IP en la ciudad de Puno 2018.* Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2021.
- ASTM D 4318. 2005.** Método estándar de ensayo para límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad de suelos. EE.UU : ASTM International, 2005.
- ASTM D1557. 2007.** Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort. EE.UU : ASTM International, 2007.
- ASTM D1883. 2005.** Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted soils. EE.UU : ASTM International, 2005.
- ASTM D2216. 2010.** Laboratory determination of water (Moisture) content of soil and rock by mass. EE.UU : ASTM International, 2010.

ASTM D422. 2007. Standard test method for particle - size analysis of soils. EE.UU : ASTM International, 2007.

Auccalla, M. y Valenzuela, J. 2019. *Estabilización de la Sub rasante de suelos arcillosos, aplicando la calcon cemento en el tramo de san José-Chichizu, Junin 2019.* Lima : Universidad César Vallejo, 2019.

Ávila, K. 2021. *Análisis y evaluación de la subrasante aplicando métodos de estabilización con cal y cloruro de calcio, en la carretera tramo Huamachuco-Cajabamba, caserío San Miguel, distrito Marcabal, provincia de Sánchez Carrión - la Libertad.* La libertad : Universidad Privada Antenor Orrego, 2021.

Aziz, M., y otros. 2021. *Experimental Study on Endurance Performance of Lime and Cement-Treated Cohesive Soil.* s.l. : KSCE Journal of Civil Engineering, 2021. Artículo Científico.

Backcasting and forecasting stabilized soil mechanical properties for mechanistic-empirical pavement design. **Careya, Ashley y Howard, Isaac. 2022.** 126645, s.l. : ELSERVIER, 2022, Vol. 324. ISSN 0950-0618.

Becerra, A. y Herrera , A. 2019. *Estabilización de arcillas, arenas y afirmados, empleando los cementos Pacasmayo Viaforte, Mochica y Qhuna; Lambayeque.*2018. Lambayeque : Repositorio Universidad Señor de Sipán, 2019. pág. 259.

BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) ESTABILIZADOS CON CAL Y CEMENTO. EVALUACIÓN DE SU IMPACTO AMBIENTAL Y SU RESISTENCIA A COMPRESIÓN. **Cabrera, Santiago, y otros. 2020.** 2, s.l. : Scielo, 2020, Revista hábitat sustentable, Vol. 10.

Borja, Manuel. 2016. *Metodología de la investigación científica para Ingenieros.* Chiclayo : s.n., 2016. pág. 47.

Braja, D. 2001. *Fundamentos de ingeniería geotécnica.* México : Thomson Editores S.A., 2001.

Carrasco, S. 2007. *Metodología de la investigación científica*. Lima : San Marcos, 2007.

Cement Stabilisation of Subgrade Soil for Sustainable Pavement Structure. **Arshad, A, y otros. 2021.** s.l. : Springer Link, 2021, Vol. 157. ISSN 978-981162186-4.

Cement-lime stabilization of crude oil contaminated kaolin clay. **Oluwatuyia, Opeyemi, Ojuri, Oluwapelumi y Khoshghalb, Arman. 2019.** 1, s.l. : CSRME, 2019, Vol. 12. ISSN 1674-7755.

Cementos portland. requisitos. **NTP 334.009. 2005.** 2005, Norma técnica peruana, págs. 1-18.

Characterization of engineering properties of weak subgrade soils with different pozzolanic & cementitious additives. **Rahman, Inayat, y otros. 2021.** e00676, s.l. : ELSERVIER, 2021, Case Studies in Construction Materials, Vol. 15. ISSN 2214-5095.

Choi, A. E., y otros. *Manejo de lodos de galvanoplastia por proceso de solidificación/estabilización: una evaluación integral utilizando arcilla de caolinita, pintura de látex residual y aditivos de cemento de cloruro de calcio.*

Compaction and CBR Behaviour of Cement-Stabilised Sand–Black Cotton Soil Mixtures. **Nwaiwu, Charles, Benjamin, Baba y Ubani, Obinna. 2021.** s.l. : Springer Link, 2021, Vol. 164. ISBN 978-303077229-1.

Crespo, C. 2004. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. México : Limusa, 2004.

Davila, C. y Vera, R. 2019. *Análisis experimental de los suelos volcánicos con adiciones de cal y cemento con fines de evaluar su comportamiento geotécnico para la región de Moquegua del distrito de Omate*. Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2019.

Effect of compaction delay on the strength and consolidation properties of cement-stabilized subgrade soil. **Nazari, Zeynab, Tabarsa, Alireza y Latifi, Nima. 2021.** 100495, s.l. : ELSERVIER, 2021, Vol. 27. ISSN 2214-3912.

Effect of compactive effort on the performance of fine-grained soil–cement mixtures.
Ali, Ammar, y otros. 2021. 3, s.l. : ICE Virtual Library, 2021, Vol. 174. ISSN 1755-0750.

Effect of freezing and thawing on strength and permeability of lime-stabilized clays.
Yıldız, M. y Soğancı, A.S. 2012. 4, s.l. : Scientia Iranica, 2012, Vol. 19. ISSN 1026-3098.

Effect of micro sized quarry dust particle on the compaction and strength properties of cement stabilized lateritic soil. **Kufre, Roland y Ufot David Imoh Christopher Attah, Kennedy Chibuzor Onyelowe., 2021.** 100023, s.l. : ELSERVIER, 2021, Vol. 2. ISSN 2772-3976.

Enhancing durability of quarry fines modified black cotton soil subgrade with cement kiln dust stabilization. **Ahamefule, Agapitus. 2014.** 1, s.l. : ELSERVIER, 2014, Transportation Geotechnics, Vol. 1, págs. 55-61. ISSN 2214-3912.

Estabilización de subrasante de suelo de algodón negro utilizando ceniza de aserrín y cal. **Ikeagwuani, C.C., Promesas, I. N. y Agunwamba, J.C. 2019.** 1, Nigeria : s.n., Febrero de 2019, ScienceDirect, Vol. 59, págs. 162-175.

Estabilización de suelos con emulsión asfálticapotencializada con estabilizador químico. **Silva, J. 2016.** 2016, PERUVIAS.

Guia, Mario J. 2021. *Mejoramiento de Subrasante mediante la adición de ceniza de quinua en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno, 2021.* Univeersidad de César Vallejo. Lima – Perú : s.n., 2021.

Hancco, Juan Carlos. 2021. *Estabilización de suelos cohesivos con cal y cemento para mejorar la subrasante de la avenida Santa Rosa, Puno, 2021.* Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2021.

Hernández, Roberto, Fernández, Calos y Baptista, Pilar. 2014. *Metodología de la Investigación.* Ciudad de México : Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, 2014.

Improved Mechanical Properties of Cement-Stabilized Soft Clay Using Garnet Residues and Tire-Derived Aggregates for Subgrade Applications. **Sukmak, Patimapon, y otros. 2021.** 21, s.l. : MDPI, 2021, Sustainability, Vol. 13. EISSN 2071-1050.

Improvement in Soil Subgrade Using Natural Fibre (Kenaf and Coir Fibre). **Shukla, S, Mittal, A y Kumar, S. 2019.** s.l. : Springer Link, 2019. ISSN 662557.

Improvement of Pavement Subgrade by Adding Cement and Fly Ash to Natural Desert Sand. **Amhadi, Talal y Assaf, Gabriel. 2021.** 11, Montréal : MDPI, 2021, Infrastructures, Vol. 6. EISSN 2412-3811,.

Improvement of Soft Clay Soil Using Different Types of Additives. **Abd-Allah, Omer, Abid, Safa y Zehawi, Raquim. 2021.** s.l. : IOPSCIENCE, 2021, Vol. 856.

Las arcillas: Clasificación, identificación, usos y especificaciones industriales. **De Pablo Galán, L. 1964.** México : Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 1964, Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, págs. 49-91.

Liming with CaCO₃ or CaO affects aggregate stability and dissolved reactive phosphorus in a heavy clay subsoil,. **Tarekegn, Gizachew y Etana, Ararso, Juhl, Lars. 2021.** s.l. : ELSERVIER, 2021, Vol. 214. ISSN 0167-1987.

Maquera , C. y Aquino, Y. 2021. *Estabilización de suelos arcillosos en caminos vecinales, modificado con cal y ceniza volante, carretera Acora – Jayujayu, Acora, Puno – 2021.* Puno : Universidad Cesar Vallejo, 2021.

Microstructural evaluation of the cement stabilization of hematite-rich red soil. **Amiri, Mohammad, Sanjari, Mahmood y Porhonar, Fatemeh. 2022.** e00935, s.l. : ELSERVIER, 2022, Vol. 16. ISSN 2214-5095.

MTC E101. 2016. *Muestreo de suelos y rocas.* Lima : Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016.

MTC. 2014. *Manual de carreteras suelos geología, geotécnia y pavimentos.* Lima : Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014.

—. **2016.** Manual de ensayo de materiales. Lima| : Peru progreso para todos, 2016.

Ñaupas, H., y otros. 2018. *Metodología de la investigación.* Bogotá : Ediciones de la U, 2018.

Performance of cement-stabilized weak subgrade for highway embankment construction in Southeast Nigeria. **Ifediniru, Chukwuka y Ekeocha, Nnamdi. 2022.** 1, s.l. : Springer Link, 2022, Vol. 13. ISSN 20929196.

Phanikumar, B. y Ramanjaneya, E. 2020. *Compaction and strength characteristics of an expansive clay stabilised with lime sludge and cement.* s.l. : Soils and Foundations, 2020.

Pino, R. 2007. *Metodología de la investigación.* Lima : San Marcos, 2007.

Plasticity role in strength behavior of cement-phosphogypsum stabilized soils. **Bian, Xia, y otros. 2022.** s.l. : CSRME, 2022, Rock Mechanics and Geotechnical Engineering. ISSN 1674-7755.

Quispe, F. 2021. *Evaluación del Óxido de Calcio para Estabilizar las Propiedades Físicas y Mecánicas del Suelo de Subrasante del Jirón Carlos Sowersby, Distrito de Carhuamayo, Junín - Junín.* Huancayo : Repositorio Institucional - UPLA, 2021. Tesis.

Ruiz, G. 2017. Afirmado, asfalto o concreto, ¿con qué se rehabilitará las vías? *Universidad de Piura.* [En línea] 11 de abril de 2017. <https://www.udep.edu.pe/hoy/2017/04/afirmado-asfalto-o-concreto-con-que-se-rehabilitara-las-vias/>.

Sposito, G. 2008. *The chemistry of soils.* Estados Unidos : Oxford university press, 2008.

Subgrade Stabilization using Rice Husk Ash-based Geopolymer (GRHA) and Cement Kiln Dust (CKD). **Adeyanju, Emmanuel, y otros. 2020.** e00388, s.l. : ELSERVIER, 2020, Case Studies in Construction Materials, Vol. 13. ISSN 2214-5095.

Surco, H. 2021. *EVALUACIÓN GEOLOGICA, GEOTECNICA, PARA EL USO DE CEMENTO PORTLAND EN EL MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN DEL CORREDOR VIAL PUTINA – DV ANANEA TRAMO III, KM 97+000 al KM 104+000.* Puno : Universidad Nacional del Altiplano de Puno, 2021.

Sustainable Stabilization of Compacted Clay Using Sodium Alginate for Subgrade Application. **Torfi, Saeid, Khayat, Navid y Horpibulsuk, Suksun. 2021.** 82, s.l. : Springer Link, 2021, International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering, Vol. 7.

Torres, Juana G. 2019. *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.

Use of secondary additives in fly ash based soil stabilization for soft subgrades. **Karami, Hadi, y otros. 2021.** 100585, s.l. : ELSERVIER, 2021, Transportation Geotechnics, Vol. 29. ISSN 2214-3912.

Velásquez, C. 2018. *Influencia del cemento portland tipo i en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida dinamarca, sector la molina.* Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2018.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Anexo 2: Matriz de Operacionalización de Variables

Anexo 3. Fichas de recolección de datos

Anexo 4. Validación de ficha técnica por indicador

Anexo 5: Resultados obtenidos de laboratorio

Anexo 6: Certificados de calibración

Anexo 7: Panel fotográfico

Anexo 8. Turnitin

Anexo 1. Matriz de Consistencia

“Aplicación de cemento y ceniza de quinua en la estabilización de arcillas expansivas en el Camino Vecinal Chijichaya – Siraya, Puno 2022”

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿En qué medida la aplicación de cemento y ceniza de quinua influye en la estabilización de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya - Siraya, Puno 2022?	Evaluar en qué medida la aplicación de cemento y ceniza de quinua influye en la estabilización de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya - Siraya, Puno 2022.	La adición de cemento y ceniza de quinua tiene una influencia significativa positiva en la estabilización de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya – Siraya, Puno 2022.	VI Cemento, ceniza de quinua	Dosificación	5% CQ + 5% C° 5% CQ + 10% C° 5% CQ + 15% C° 10% CQ + 5% C° 10% CQ + 10% C° 10% CQ + 15% C°	Tipo de Investigación Investigación aplicada Nivel de Investigación Explicativo Diseño de investigación Experimental Gc (a): Y1 → X → Y2 Ge (a): Y3 → X' → Y4 Gc: Sin adición de Cemento y ceniza de quinua Ge: Con adición de cemento y ceniza de quinua
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	VD Estabilización de Arcillas	Propiedades Físicas	Índice de Plasticidad (%)	Población Vías a nivel de afirmado de la Provincia del Collao Muestra Camino Vecinal de Chijichaya – Siraya (3 puntos de toma de muestra) Técnicas Recolección de datos preliminares Obtención de materiales a incorporar Realización de calicatas Extracción de muestras Ensayos de laboratorio Análisis de resultados Interpretación de resultados Instrumentos 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
¿De qué forma la aplicación de cemento y ceniza de quinua influye en el índice de plasticidad de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya - Siraya, Puno 2022?	Encontrar la incidencia de cemento y ceniza de quinua en el índice de plasticidad de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya - Siraya, Puno 2022.	La utilización de cemento y ceniza de quinua tiene una influencia significativa positiva en el índice de plasticidad de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya – Siraya, Puno 2022				
¿De qué modo la aplicación de cemento y ceniza de quinua influye en la máxima densidad seca de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya - Siraya, Puno 2022?	Identificar la influencia de cemento y ceniza de quinua en la máxima densidad seca de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya - Siraya, Puno 2022.	El empleo de cemento y ceniza de quinua influencia significativa positiva máxima densidad seca de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya – Siraya, Puno 2022				
¿De qué modo la aplicación de cemento y ceniza de quinua influye en el óptimo contenido de humedad de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya - Siraya, Puno 2022?	Identificar la influencia de cemento y ceniza de quinua en el óptimo contenido de humedad de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya - Siraya, Puno 2022.	El empleo de cemento y ceniza de quinua influencia significativa positiva el óptimo contenido de humedad de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya – Siraya, Puno 2022				
¿Cómo influye la aplicación de cemento y ceniza de quinua en la capacidad de soporte CBR de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya - Siraya, Puno 2022?	Determinar la influencia de cemento y ceniza de quinua en la capacidad de soporte CBR de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya - Siraya, Puno 2022.	El uso de cemento y ceniza de quinua tiene una influencia significativa positiva la capacidad de soporte CBR de arcillas expansivas en el camino vecinal de Chijichaya – Siraya, Puno 2022				
				Propiedades Mecánicas	Máxima Densidad Seca (gr/cm3) Óptimo Contenido de Humedad (%) Capacidad de Soporte (CBR (%))	

Fuente: Realización propia.

Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables

“Aplicación de cemento y ceniza de quinua en la estabilización de arcillas expansivas en el Camino Vecinal Chijichaya – Siraya, Puno 2022”

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
V.I. Cemento y Ceniza de Quinua	El cemento es el componente más activo del concreto y, generalmente, tiene el mayor costo unitario. Por ello, y considerando que las propiedades del concreto dependen tanto de la cantidad como de la calidad de sus componentes, la selección y uso adecuado del cemento son fundamentales para obtener en forma económica las propiedades deseadas para una mezcla dada. Aragón (2021) La ceniza de quinua se compone principalmente de óxidos que ayudan a la estabilización de suelos. Oluwatuyi (2019)	La adición de cemento y ceniza de quinua a un material con predominancia de arcillas tiene la finalidad de mejorar las propiedades del mismo, el cual dependerá de la dosificación en 5% CQ + 5% C°, 5% CQ + 10% C°, 5% CQ + 15% C°, 10% CQ + 5% C°, 10% CQ + 10% C°, 10% CQ + 15% C°, 15% CQ + 5% C°, de acuerdo al porcentaje de peso, para ello se utilizará instrumentos como fichas de dosificación y las fichas técnicas de cada marca de cemento.	Dosificación	5% CQ + 5% C° 5% CQ + 10% C° 5% CQ + 15% C° 10% CQ + 5% C° 10% CQ + 10% C° 10% CQ + 15% C° % en Peso	Fichas de dosificación	Razón
V.D. Estabilización de Arcillas	La estabilización de arcillas esta dado por una mezcla de material suelo – aditivo, que se obtiene por la mezcla íntima de un suelo suficientemente disgregado con otro material, agua, seguida de una compactación y un curado adecuado. Además, las arcillas son principalmente silicatos de aluminio hidratados que se hacen plásticas al contacto con el agua, son frágiles al secarse y en general tienen gran capacidad de absorción; además, cuenta con un rango de humedad muy amplio en donde se comporta de manera plástica. (Angulo & Zavaleta (2020)	La estabilización de arcillas esta dado por mejorar las propiedades físicas y mecánicas del material estudiado, mejorando características como el índice de plasticidad, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad y finalmente la capacidad de soporte (CBR), los cuales estarás medidos por instrumentos como fichas de certificación de resultados de laboratorio.	Propiedades Físicas	Índice de Plasticidad (%)	Fichas de certificación de resultados de laboratorio	Razón
			Propiedades Mecánicas	Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) y Optimo Contenido de Humedad (%) Capacidad de Soporte (CBR (%))	Fichas de certificación de resultados de laboratorio	

Fuente: elaboración propia

Anexo 3. Fichas de recolección de datos

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO

SOLICITANTE : Arcata Jinez, Gabriel
PROYECTO : Aplicación de cemento y ceniza de quinua en la estabilización de arcillas expansivas en el Camino Vecinal Chijichaya - Siraya, Puno 2022.
UBICACIÓN : **TECN. RESPON :**
MUESTRA : **ING. RESPON. :**
PROFUND. : **FECHA :**

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D - 422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : Grs
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						Grava : %
1 1/2"	37.500						Arena : %
1"	25.000						Fino : %
3/4"	19.000						W natural : %
1/2"	12.500						
3/8"	9.500						LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750						LL. : %
No.10	2.000						LP. : %
No.20	0.840						IP. : %
No.40	0.425						
No.100	0.150						CLASIFICACION
No.200	0.075						SUCS :
<No.200							AASHTO :

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



[Signature]
JHONATHAN CRURA YUPANQUI
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 193014

[Signature]
Ormar Ramirez Mestas
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 46484



[Signature]
Inga Eludi J. Huandeca Calzaya
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 178939

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS PARA EL ENSAYO DE LIMITES

SOLICITANTE : Bach. Arcata Jinez Gabriel
 PROYECTO: Aplicación de cemento y ceniza de quinua en la estabilización de arcillas expansivas en el Camino Vecinal Chijichaya - Siraya, Puno 2022
 UBICACIÓN :
 MUESTRA :
 PROFUND. :
 TECN. RESP.:
 ING. RESP. :
 FECHA :

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

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



[Signature]
 Cesar Ramirez Mastas
 INGENIERO
 CIP: 41

[Signature]
 JHONATHAN CHIRIA YUPANQUI
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 133014

[Signature]
 Ing. Efraim Huarancca Calzoy
 INGENIERO CIVIL 40
 CIP N° 178939

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS PARA EL ENSAYO DE PROCTOR

SOLICITANTE : Bach. Arcata Jínez Gabriel
 PROYECTO : Aplicación de cemento y ceniza de coltán en la estabilización de arcillas expansivas en el Camino Vecinal Chijichaya - Siraya, Puno 2022
 UBICACIÓN : TECN.RESP. :
 MUESTRA : ING. RESP. :
 PROFUND. : FECHA :

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

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



Max. densidad seca
gr/cm³

Conten. humedad óptima
%

Ormar Ramírez Mestas
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 64184

Jhonathan Chuha Yupanqui
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 133014

Elvira Huarcanca Calizaya
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 178939

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS PARA EL ENSAYO DE CBR (1-2)

SOLICITANTE : Bach. Arcata Jinez Gabriel
 PROYECTO : Aplicación de cemento y ceniza de quinua en la estabilización de arcillas expansivas en el Camino Vecinal
 UBICACIÓN : Chijichaya – Siraya, Puno 2022
 MUESTRA :
 PROFUND. :
 ING. RESP. :
 FECHA :

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

Molde N°	A		B		C	
Capa N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Peso molde + suelo húmedo						
Peso del molde gr.						
Peso del suelo hum gr.						
Volúmen del molde cc.						
Densidad Humeda gr./cc						
Humedad %						
Densidad seca gr./cc						
Tarro N°	1		2		3	
Tarro suelo humedc gr.						
Tarro suelo seco gr.						
Agua gr.						
Peso del Tarro gr.						
Peso del suelo seco gr.						
Humedad %						
Promedio de la hun %						

ENSAYO EXPANSION

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

PENETRACION

PENETRACION			Lectura	Lectura	Presiones	Lectura	Lectura	Presiones	Lectura	Lectura	Presiones
Tiempo	mm	plg	Kg	Lb	Lb/plg ²	Kg	Lb	Lb/plg ²	Kg	Lb	Lb/plg ²

Omar Ramirez Mestas
INGENIERO CIVIL
 CIP: 46484

Jhonathan Calca Yupanqui

JHONATHAN CALCA YUPANQUI
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 133014

Ing. Elmer J. Huaranca Calzaya

INGENIERO CIVIL
 CIP N° 178939-2

Anexo 4. Validación de ficha técnica por indicador

Anexo 03 : Ficha tecnica de validación del indicador - Indice de plasticidad

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	Anexo - 03 FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN Nro. 01
--	---

I. DATOS GENERALES

1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

“Aplicación de cemento y ceniza de quinua en la estabilización de arcillas expansivas en el Camino Vecinal Chijichaya – Siraya, Puno 2022”

1.2 INDICADOR:

INDICE DE PLASTICIDAD

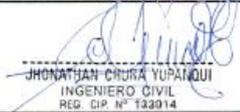
1.3 CRITERIOS DE VALIDACIÓN:

Nula: > 0.53 Baja: 0.54-0.59 Valida: 0.66 - 0.71
 Muy valida: 0.66 - 0.71 Exelente: 0.72-C Perfecta:1

II. RESULTADOS DEL INDICADOR

ITEM	MUESTRA	UND.	INDICE PLASTICIDAD	% VARIACION
01	0% CQ + 0% C° Patron	%	21.58%	
02	5% CQ + 5% C° adición	%	17.03%	4.55%
03	5% CQ + 10% C° adición	%	10.51%	11.07%
04	5% CQ + 15% C° adición	%	7.13%	14.45%
05	10% CQ + 5% C° adición	%	17.17%	4.41%
06	10% CQ + 10% C° adición	%	10.56%	11.02%
07	10% CQ + 15% C° adición	%	7.56%	14.02%

III. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS

Nro.	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	FIRMA	CALIFICA
01	Ing. Omar Ramirez Mestas	46484	 Omar Ramirez Mestas INGENIERO CIVIL CIP: 46484	0.98
02	Ing. Eliud J. Huarancca Calizaya	178939	 Eliud J. Huarancca Calizaya INGENIERO CIVIL CIP N° 178939	0.99
03	Ing. Jhonathan Chura Yupanqui	133014	 JHONATHAN CHURA YUPANQUI INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 133014	0.98

Lugar y Fecha.....Puno, 23-05-2022

I. DATOS GENERALES

1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	"Aplicación de cemento y ceniza de quinua en la estabilización de arcillas expansivas en el Camino Vecinal Chijichaya – Siraya, Puno 2022"
1.2 INDICADOR:	MAXIMA DENSIDAD SECA
1.3 CRITERIOS DE VALIDACIÓN:	Nula: > 0.53 Baja: 0.54-0.59 Valida: 0.66 - 0.71 Muy valida: 0.66 - 0.71 Exelente: 0.72-C Perfecta:1

II. RESULTADOS DEL INDICADOR

ITEM	MUESTRA	UND.	M.D.S(gr/cc)	% VARIACION
01	0% CQ + 0% C° Patron	%	1.754	
02	5% CQ + 5% C° adición	%	1.779	-2.50%
03	5% CQ + 10% C° adición	%	1.822	-6.80%
04	5% CQ + 15% C° adición	%	1.920	-16.60%
05	10% CQ + 5% C° adición	%	1.797	-4.30%
06	10% CQ + 10% C° adición	%	1.826	-7.20%
07	10% CQ + 15% C° adición	%	1.948	-19.40%

III. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS

Nro.	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	FIRMA	CALIFICA
01	Ing. Omar Ramirez Mestas	46484	 Omar Ramirez Mestas INGENIERO CIVIL CIP: 46484	0.97
02	Ing. Eliud J. Huaranca Calizaya	178939	 Eliud J. Huaranca Calizaya INGENIERO CIVIL CIP N° 178939	0.98
03	Ing. Jhonathan Chura Yupanqui	133014	 JHONATHAN CHURA YUPANQUI INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 133014	0.98

Lugar y Fecha..... Puno, 23-05-2022

Anexo 03 : Ficha tecnica de validación del indicador - optimo contenido de humedad

	UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	Anexo - 03 FICHA TECNICA DE VALIDACIÓN Nro. 03
---	----------------------------------	---

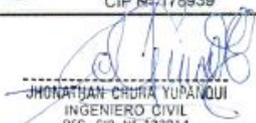
I. DATOS GENERALES

1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:	"Aplicación de cemento y ceniza de quinua en la estabilización de arcillas expansivas en el Camino Vecinal Chijichaya – Siraya, Puno 2022"
1.2 INDICADOR:	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
1.3 CRITERIOS DE VALIDACIÓN:	Nula: > 0.53 Baja: 0.54-0.59 Valida: 0.66 - 0.71 Muy valida: 0.66 - 0.71 Excelente: 0.72-C Perfecta:1

II. RESULTADOS DEL INDICADOR

ITEM	MUESTRA	UND.	O.C.H.			% VARIACION
01	0% CQ + 0% C° Patron	%	20.280			
02	5% CQ + 5% C° adición	%	17.700			2.58
03	5% CQ + 10% C° adición	%	17.060			3.22
04	5% CQ + 15% C° adición	%	13.150			7.13
05	10% CQ + 5% C° adición	%	18.230			2.05
06	10% CQ + 10% C° adición	%	17.800			2.48
07	10% CQ + 15% C° adición	%	10.840			9.44

III. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS

Nro.	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	FIRMA	CALIFICA
01	Ing. Omar Ramirez Mestas	46484	 Omar Ramirez Mestas INGENIERO CIVIL CIP: 46484	0.95
02	Ing. Eliud J. Huaranca Calizaya	178939	 Ing. Eliud J. Huaranca Calizaya INGENIERO CIVIL CIP N° 178939	0.97
03	Ing. Jhonathan Chura Yupanqui	133014	 JHONATHAN CHURA YUPANQUI INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 133014	0.98

Lugar y Fecha... Puno, 23-05-2022



I. DATOS GENERALES

1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

"Aplicación de cemento y ceniza de quinua en la estabilización de arcillas expansivas en el Camino Vecinal Chijichaya – Siraya, Puno 2022"

1.2 INDICADOR:

CAPACIDAD DE SOPORTE CBR

1.3 CRITERIOS DE VALIDACIÓN:

Nula: > 0.53 Baja: 0.54-0.59 Valida: 0.66 - 0.71
Muy valida: 0.66 - 0.71 Exelente: 0.72-C Perfecta:1

II. RESULTADOS DEL INDICADOR

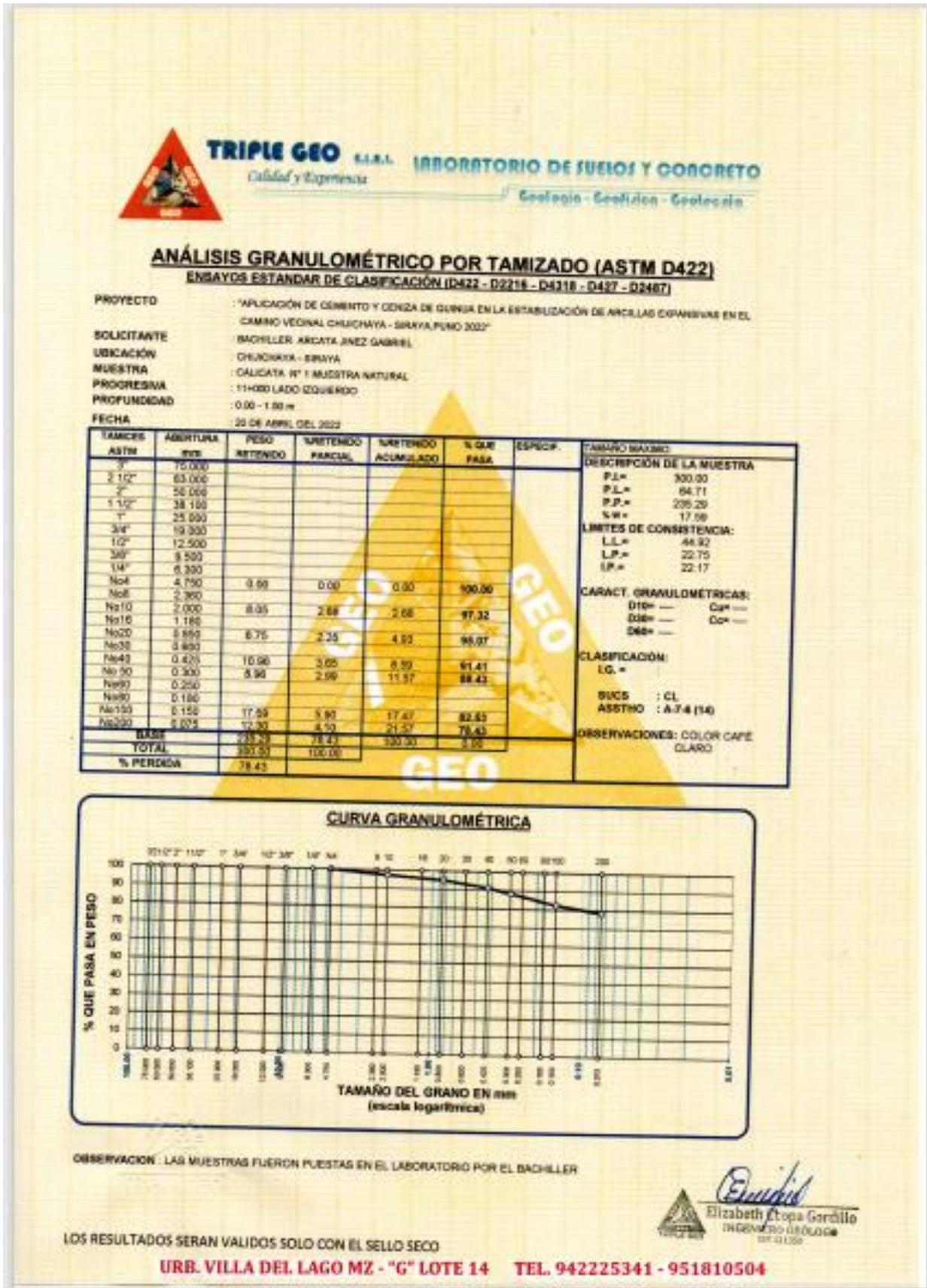
ITEM	MUESTRA	UND.	CBR 95%	% VARIACION
01	0% CQ + 0% C° Patron	%	4.150	
02	5% CQ + 5% C° adición	%	7.750	-3.60
03	5% CQ + 10% C° adición	%	11.250	-7.10
04	5% CQ + 15% C° adición	%	14.300	-10.15
05	10% CQ + 5% C° adición	%	8.800	-4.65
06	10% CQ + 10% C° adición	%	11.250	-7.10
07	10% CQ + 15% C° adición	%	7.850	-3.70

III. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS

Nro.	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	FIRMA	CALIFICA
01	Ing. Omar Ramirez Mestas	46484	 Omar Ramirez Mestas INGENIERO CIVIL CIP: 46484	0.96
02	Ing. Eliud J. Huaranca Calizaya	178939	 Eliud J. Huaranca Calizaya INGENIERO CIVIL CIP: 178939	0.98
03	Ing. Jhonathan Chura Yupanqui	133014	 JHONATHAN CHURA YUPANQUI INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 133014	0.99

Lugar y Fecha... Puno, 23-05-2022

Anexo 5: Resultados obtenidos de laboratorio





TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Geología - Geotécnica - Geotecnia

PROYECTO : APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE GUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN EL CAMINO VECINAL CHUCHUYA - SIRAYA, PUNO 2022
SOLICITANTE : BACHILLER ARCATA JIMÉZ GABRIEL
UBICACIÓN : CHUCHUYA - SIRAYA
MUESTRA : CALICATA N° 1 MUESTRA NATURAL
PROGRESIVA : 11-908 LADO IZQUIERDO
PROFUNDIDAD : 0.30 - 1.30 m
FECHA : 20 DE ABRIL DEL 2022

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	310.51
SUELO SECO + TARRO	gr	273.38
PESO DEL TARRO	gr	62.30
PESO DEL AGUA	gr	37.13
PESO DEL SUELO SECO	gr	211.08
HUMEDAD %	%	17.59

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

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
	F	G	F	G	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	40.06	41.50	17.08	16.83
SUELO SECO + TARRO	gr	35.51	36.31	15.90	15.61
PESO DEL TARRO	gr	25.20	24.57	10.75	10.21
PESO DEL AGUA	gr	4.54	5.19	1.18	1.22
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.31	11.74	5.15	5.40
HUMEDAD %	%	44.03	44.21	22.91	22.59
N° DE GOLPES		29	29		

LÍMITE LÍQUIDO % :	44.92	LÍMITE PLÁSTICO % :	22.75
ÍNDICE PLÁSTICO % :	22.17		

$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

Donde:
 LL = Límite Líquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Número de Golpes

OBSERVACION : LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER



Elizabeth
 Elizabeth Lidpa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGA
 CIP 121896

¡ RESULTADOS SERÁN 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-193)

PROYECTO : APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE GUANIA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN EL CAMBIO VECINAL CHUCHUYA-SIRAYA, PUNO 2022
SOLICITANTE : BACHELLER, ALCATA JIREZ GABRIEL
UBICACIÓN : CHUCHUYA - SIRAYA
SUBSTRA : CALICATA N° 1 MUESTRA NATURAL
FECHA : 25/04/2022
PROGRESIVA : Km 11+900 LADO IZQUIERDO
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m

DIAMETRO DEL MOLDE MÉTODO	4"		VOLUMEN DEL MOLDE (V) PESO DEL MOLDE	308 3814	NÚMERO DE CAPAS NÚMERO DE GOLPES	5 25
	A	B				

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr	5102	4872	4928	4919
P. DEL MOLDE	gr	3814	3674	3674	3814
P. SUELO HUMEDO	gr/m ³	1787	1598	1994	1834
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1.927	2.940	2.187	1.977

	%	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr	393.06	398.07	340.21	390.63	378.87	389.89	340.88	327.91
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr	335.75	318.82	288.77	328.43	273.48	318.22	287.14	279.24
PESO DE TARA	gr	54.14	65.28	61.44	59.90	58.40	66.89	64.22	58.67
PESO DEL AGUA	gr	48.27	42.18	44.64	46.20	44.98	53.24	62.84	48.57
PESO DE SUELO SECO	gr	389.88	351.80	370.75	339.77	328.60	348.35	322.82	312.11
PORCENTUAL DE HUMEDAD	%	12.35%	11.99%	15.18%	13.27%	11.75%	11.28%	13.75%	13.82%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	12.18%		14.22%		11.51%		13.22%	
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.844		1.718		1.732		1.804	

RESULTADOS				
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.746	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	20.74%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Elizabeth Coza Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGA
 07 11126

LOS RESULTADOS DEBEN VALER SOLO CON EL SELLO SÉCO

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



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

(MTC 8.130 y ASTM D-1585)

PROYECTO : APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN EL CAMINO VIAL CHUCHUYA-GRAYALUNO 2022
SOLICITANTE : BACHILLER ARCATA JINZ GABRIEL
UBICACIÓN : CHUCHUYA - SIBAKA
MUESTRA : CALICATA N° 1 MUESTRA NATURAL
PROGRESIVA : Km 11+800 LADO IZQUIERDO

FECHA : 20/04/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		5	55	8	26	5	12
CAPINA							
SOLTES POR CAPINA							
CONDICIÓN DE MUESTRA		EN SUMERGIDO	SUMERGIDO	EN SUMERGIDO	SUMERGIDO	EN SUMERGIDO	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr	1984	1788	1194	1180	1188	1178
PESO DEL MOLDE	gr	7624	7834	7390	7596	7620	7628
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm ³	2127	2127	2124	2124	2125	2128
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr	4470	4531	4282	4284	4268	4128
DENSIDAD HUMEDA	gr/cm ³	2.102	2.130	2.021	2.028	1.993	1.941
TARRO N°		1	A-23	2	A-23	3	A-24
TARRO + SUELO HUMEDO	gr	398.28	419.22	349.08	400.88	400.84	400.97
TARRO + SUELO SECO	gr	318.17	349.22	360.28	347.35	359.24	359.18
PESO DEL TARRO	gr	15.88	15.8	15.4	14.94	14.13	14.42
PESO DEL AGUA	gr	80.88	76.28	48.8	73.78	61.6	80.78
PESO DEL SUELO SECO	gr	242.32	283.43	318.68	283.11	286.11	286.77
HUMEDAD	%	26.87%	24.99%	20.89%	26.66%	20.87%	26.47%
		26.87%	24.99%	20.89%	26.66%	20.87%	26.47%
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	1.742	1.797	1.872	1.487	1.883	1.818

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
26/04/22	9:30 AM	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27/04/22	9:30 AM	24:00:00	129.70	2.54	2.81	159.18	3.81	3.91	194.20	4.85	3.98
28/04/22	9:30 AM	48:00:00	139.20	3.91	3.77	192.20	4.81	3.97	216.10	7.06	5.88
29/04/22	9:30 AM	72:00:00	176.10	4.22	3.41	206.10	6.70	5.30	240.20	8.54	6.82
30/04/22	9:30 AM	96:00:00	198.39	4.81	3.79	234.20	7.46	5.30	282.20	8.75	1.88

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA		ESFUERZO	CORREG	DIAL	CARGA		ESFUERZO	CORREG	DIAL	CARGA		ESFUERZO	CORREG
	mm	psig		Kg	Kg				Kg/cm ²	Kg/cm ²				Kg	Kg		
0:00	0.300	0.800	0.2	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0				0.0	0.0	0.0		
0:30	0.935	0.925	15.4	15.4	5.8		12.0	12	0.6				7.4	7.4	0.4		
1:00	1.270	0.980	30.8	30	1.8		18.4	18.4	1.0				16.8	14.4	0.7		
1:30	1.960	0.075	45.8	49.8	2.6		28.4	28.4	1.8				20.2	25.2	1.0		
2:00	2.848	0.180	66.8	80.8	3.4		41.8	41.8	2.1				27.4	27.4	1.4		
2:30	3.815	0.190	105.1	105.1	5.3		65.4	65.4	3.3				43.1	43.1	2.2		
3:00	5.068	0.208	132.0	132.8	6.7		85.2	85	4.0				58.9	55	2.8		
3:30	6.380	0.230	150.4	180.4	8.1		98.2	98.2	5.0				62.4	62.4	3.3		
4:00	7.620	0.300	178.2	178.2	9.9		110.4	110.4	5.8				78.1	70.1	3.8		
4:30	10.960	0.400	210.1	218.1	10.8		128.3	128.3	6.8				88.2	80.2	4.1		
5:00	12.700	0.500	238.8	238	11.5		138.4	138.4	7.0				92.0	80	4.1		

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Elizabeth Copla Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CP 121354

LOS RESULTADOS SE MANIFIESTAN SOLO CON EL NÚMERO 9800

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



PROYECTO : APLICACIÓN DE CEMENTO Y ÓXIDO DE ZINCO EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN EL CARREO REGIONAL CHICHUYA-SHAYWUPUNO 2027
SOLICITANTE : BACHILLER ARGENTA INEZ GABRIEL
UBICACIÓN : CHICHUYA - SHAYW
MUESTRA : CALICATA N° 1 MUESTRA NATURAL
PROFUNDIDAD : Km 11+400 LADO OCUEROC

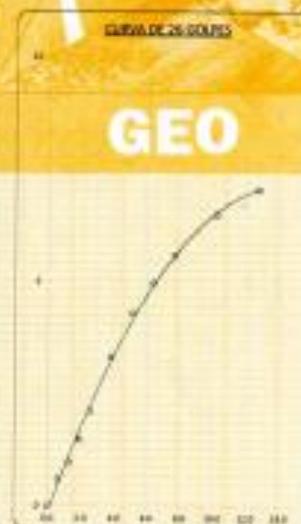
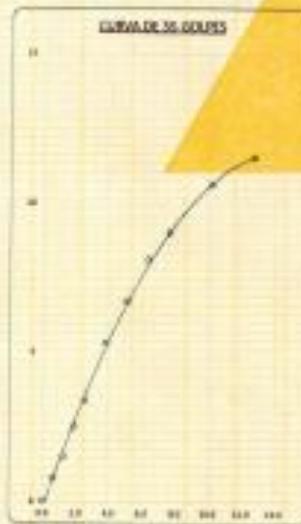
FECHA : 20/04/2023
PROFUNDIDAD : 3.00 - 1.50m



PARAMETROS DE C.B.R.
 C.B.R. DT AL 10% = 6.3%
 C.B.R. DT AL 0.5% M.O.S. = 4.8%

LEYENDA

— CURVA APT



Ejército
 Eliodoro Uzcátegui Gordillo
 INGENIERO GEOTÉCNICO
 C.P. 12310

LOS RESULTADOS SERÁN VÁLIDOS SOLO CON EL SELLO MECO

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

PROYECTO : "APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN EL CAMINO VECINAL CHIJICHAYA - SIRAYA, PUNO 2022"
SOLICITANTE : BACHILLER. ARCATA JINEZ GABRIEL
UBICACIÓN : CHIJICHAYA - SIRAYA
MUESTRA : CALICATA N° 1 ADICION 5% CQ - 5% C
PROGRESIVA : 11+000 LADO IZQUIERDO
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m
FECHA : 20 DE ABRIL DEL 2022

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

SUELO HUMEDO + TARRO	0	
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		
	M	N	M	N	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	39.42	37.80	16.68	17.06
SUELO SECO + TARRO	gr	35.38	33.87	15.68	15.99
PESO DEL TARRO	gr	24.85	23.62	10.88	10.89
PESO DEL AGUA	gr	4.04	3.93	1.00	1.07
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.53	10.25	4.80	5.10
HUMEDAD %	%	38.37	38.34	20.83	20.98
N° DE GOLPES		22	22		

LÍMITE LIQUIDO % : 37.77 **LÍMITE PLÁSTICO %** : 20.91

ÍNDICE PLÁSTICO % : 16.86

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

OBSERVACION : LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER


Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 121350

5 RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

IMP. WILLY DEL LAGO Nº 40110714 TEL. 04225211 051910504

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



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 : *APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN EL CAMINO VECINAL CHIJICHAYA-SIRAYA, PUNO 2022*

SOLICITANTE : BACHILLER. ARCATA JINEZ GABRIEL

UBICACIÓN : CHIJICHAYA - SIRAYA

MUESTRA : CALICATA N° 1 ADICION 5 * CQ - 5* C*

FECHA : 25/04/2022

PROGRESIVA : Km 11+000 LADO IZQUIERDO

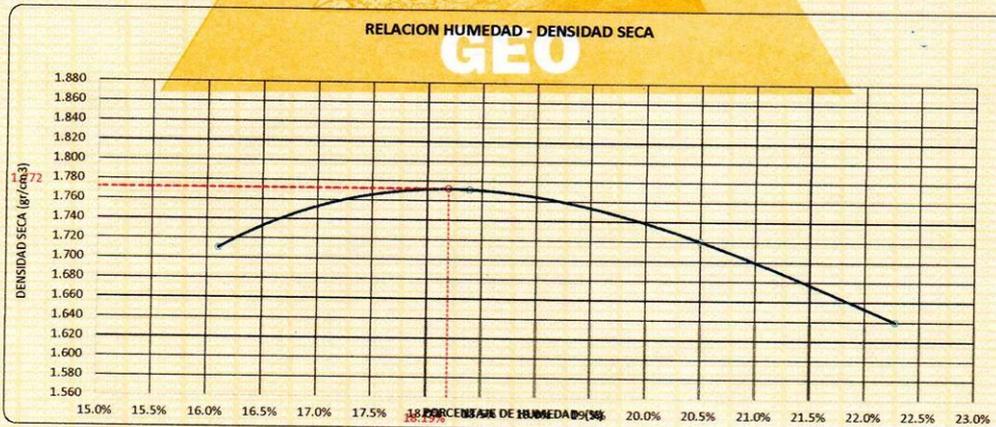
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m

DIÁMETRO DEL MOLDE	4"		6"	VOLUMEN DEL MOLDE (B)	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.	5789	5892	5870	5807
P. DEL MOLDE	gr.	3947	3947	3947	3947
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1842	1945	1923	1860
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1.986	2.097	2.073	2.005

	No	A-9	A-10	A-11	A-12	A-13	A-14	A-15	A-16
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	340.68	352.97	362.75	308.75	380.41	345.67	365.90	298.76
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	302.34	313.11	316.61	270.89	327.39	297.25	310.98	256.00
PESO DE TARA	gr.	63.80	65.94	64.33	66.08	63.98	65.17	64.83	63.78
PESO DEL AGUA	gr.	38.34	39.86	46.14	37.86	53.02	48.42	54.92	42.76
PESO DE SUELO SECO	gr.	238.54	247.17	252.28	204.81	263.41	232.08	246.15	192.22
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	16.07%	16.13%	18.29%	18.49%	20.13%	20.86%	22.31%	22.25%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	16.10%		18.39%		20.50%		22.28%	
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.711		1.771		1.721		1.640	

RESULTADOS			
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.772	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
			18.19%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Elizabeth Copá Gordillo
Elizabet Copá 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



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

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : *APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS
 EN EL CAMINO VECINAL CHIJICHAYA-SIRAYA, PUNO 2022*
 SOLICITANTE : BACHILLER. ARCATA JINEZ GABRIEL
 UBICACIÓN : CHIJICHAYA - SIRAYA
 MUESTRA : CALICATA N° 1 ADICION 5° CQ - 5° C°
 FECHA : 25/04/2022
 PROGRESIVA : Km 11+000 LADO IZQUIERDO
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m

MOLDE N°	UNID.	4		5		6	
		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.	14675	14712	14830	14795	14261	14528
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.	6665	6702	6320	6285	5921	6188
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.083	2.094	1.994	1.983	1.856	1.939
TARRO N°		A-17	7	A-18	8	A-19	9
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	353.4	360.74	323.8	338.75	290.17	351.84
TARRO + SUELO SECO	gr.	309.99	308.69	285.09	286.81	257.32	290.72
PESO DEL TARRO	gr.	64.91	64.22	65.07	66.57	66.4	63.8
PESO DEL AGUA	gr.	43.41	52.05	38.71	51.94	32.85	61.12
PESO DEL SUELO SECO	gr.	245.08	244.47	220.02	220.24	190.92	226.92
HUMEDAD	%	17.71%	21.29%	17.59%	23.58%	17.21%	26.93%
		17.71%	21.29%	17.59%	23.58%	17.21%	26.93%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.769	1.727	1.695	1.604	1.583	1.528

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
26/04/22	11.00 AM.	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27/04/22	11.00 AM.	24:00:00	22.10	0.56	0.44	23.10	0.59	0.46	25.10	0.64	0.50
28/04/22	11.00 AM.	48:00:00	26.40	0.67	0.53	27.40	0.70	0.55	29.20	0.74	0.59
29/04/22	11.00 AM.	72:00:00	27.20	0.69	0.55	29.20	0.74	0.59	31.40	0.80	0.63
30/04/22	11.00 AM.	96:00:00	29.10	0.74	0.58	31.40	0.80	0.63	33.20	0.84	0.67

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	68.2	68.2	3.4	35.4	35.4	1.8	23.2	23.2	1.2	1.2	1.2	1.2
1:00	1.270	0.050	88.4	88.4	4.5	45.2	45.2	2.3	30.8	30.8	1.6	1.6	1.6	1.6
1:30	1.905	0.075	108.2	108.2	5.5	59.0	59.0	3.0	40.4	40.4	2.0	2.0	2.0	2.0
2:00	2.540	0.100	120.4	120.4	6.1	73.4	73.4	3.7	49.4	49.4	2.5	2.5	2.5	2.5
3:00	3.810	0.150	149.2	149.2	7.5	87.2	87.2	4.4	64.1	64.1	3.2	3.2	3.2	3.2
4:00	5.080	0.200	179.0	179.0	9.0	106.4	106.4	5.4	78.4	78.4	4.0	4.0	4.0	4.0
5:00	6.350	0.250	202.4	202.4	10.2	120.2	120.2	6.1	88.6	88.6	4.5	4.5	4.5	4.5
6:00	7.620	0.300	217.1	217.1	11.0	132.1	132.1	6.7	99.2	99.2	5.0	5.0	5.0	5.0
8:00	10.160	0.400	226.0	226.0	11.4	139.4	139.4	7.0	106.4	106.4	5.4	5.4	5.4	5.4
10:00	12.700	0.500	206.2	206.2	10.4	132.0	132.0	6.7	106.0	106.0	5.4	5.4	5.4	5.4

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Elizabeth Copo Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIR 121350

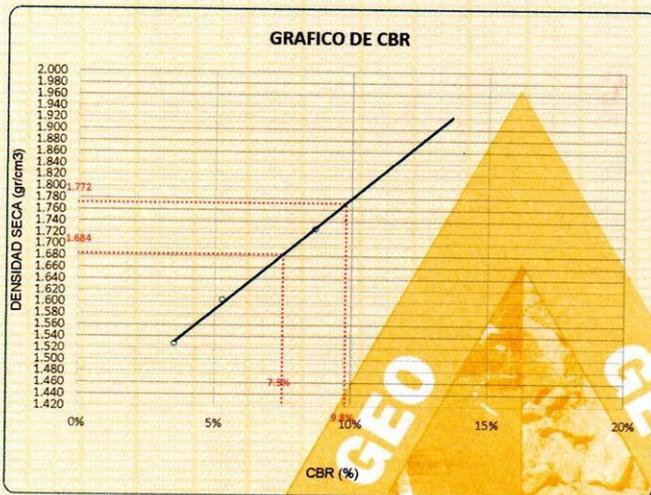
LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

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



PROYECTO : "APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN EL CAMINO VECINAL CHIJICHAYA-SIRAYA, PUNO 2022"
SOLICITANTE : BACHILLER. ARCATA JINEZ GABRIEL
UBICACIÓN : CHIJICHAYA - SIRAYA
MUESTRA : CALICATA N° 1 ADICION 5 ° CQ - 5° C°
PROGRESIVA : Km 11+000 LADO IZQUIERDO

FECHA : 25/04/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m

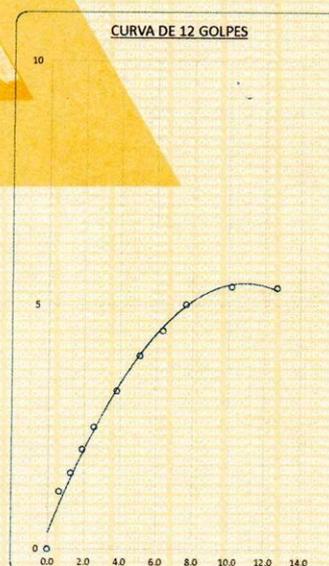
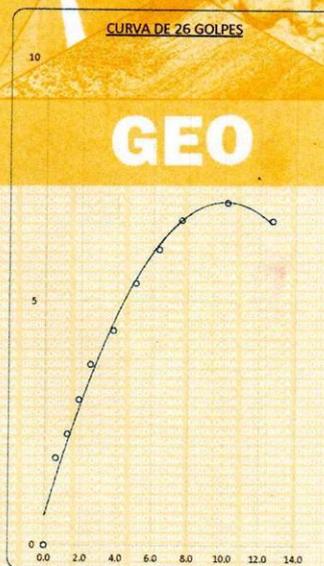
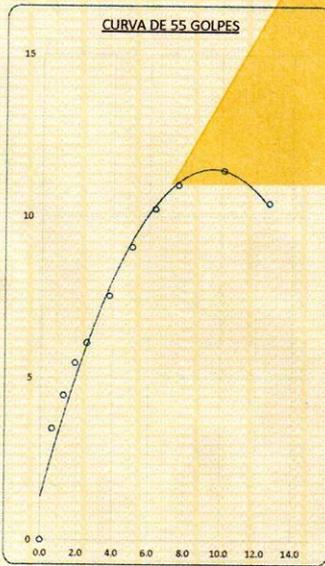


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01" AL 100% = 9.8%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 7.5%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



Elizabeth Copca Gordillo
Elizabeth Copca Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Geología - Geofísica - Geotecnia

PROYECTO : *APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN EL CAMINO VECINAL CHIJICHAYA - SIRAYA, PUNO 2022*

SOLICITANTE : BACHILLER. ARCATA JINEZ GABRIEL

UBICACIÓN : CHIJICHAYA - SIRAYA

MUESTRA : CALICATA N°1 ADICION 5% CQ - 10% C

PROGRESIVA : 11+000 LADO IZQUIERDO

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m

FECHA : 20 DE ABRIL 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 %	%	

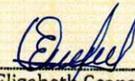
LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
		P	Q	P	Q
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	41.62	40.16	16.91	16.90
SUELO SECO + TARRO	gr	37.92	36.62	15.86	15.92
PESO DEL TARRO	gr	25.08	24.40	10.21	10.63
PESO DEL AGUA	gr	3.70	3.54	1.05	0.98
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.84	12.22	5.65	5.29
HUMEDAD %	%	28.82	28.97	18.58	18.53
N° DE GOLPES		27	27		

LÍMITE LIQUIDO % : **29.16** **LÍMITE PLÁSTICO %** : **18.55**

ÍNDICE PLÁSTICO % : **10.61**

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


Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 121350

OBSERVACION : LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER



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-180)

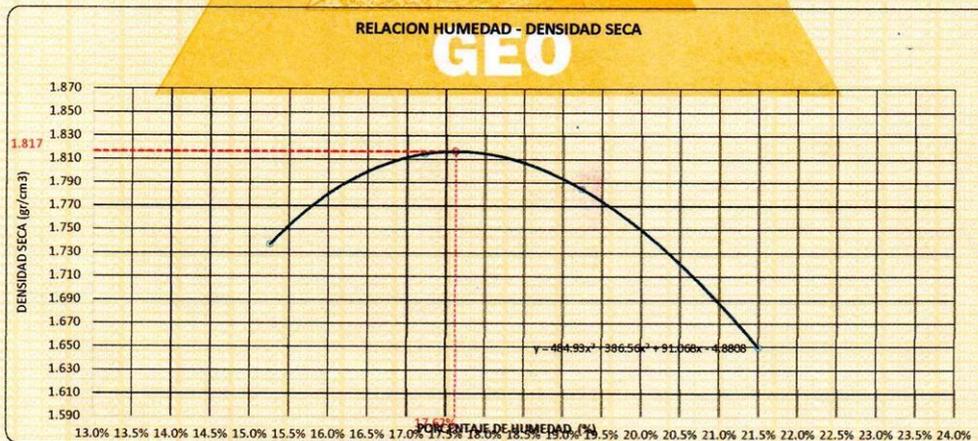
PROYECTO : "APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN EL CAMINO VECINAL CHIJICHAYA-SIRAYA, PUNO 2022"
 SOLICITANTE : BACHILLER. ARCATA JINEZ GABRIEL
 UBICACIÓN : CHIJICHAYA - SIRAYA
 MUESTRA : CALICATA N°1 ADICION 5 % CQ - 10 % C* FECHA : 25/04/2022
 PROGRESIVA : Km 11+000 LADO IZQUIERDO PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m

DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE (B)	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.	5904	5920	5921	5806
P. DEL MOLDE	gr.	3947	3947	3947	3947
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1857	1973	1974	1859
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³	2.002	2.127	2.128	2.004

	No	A-17	A-18	A-19	A-20	A-21	A-22	A-23	A-24
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	405.10	396.40	410.28	420.84	385.18	393.40	416.20	395.47
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	360.70	351.95	358.84	369.48	333.73	340.47	355.06	335.82
PESO DE TARA	gr.	64.91	65.07	66.40	64.70	65.92	65.80	64.04	63.42
PESO DEL AGUA	gr.	44.40	44.45	51.44	51.36	51.45	52.93	61.14	59.85
PESO DE SUELO SECO	gr.	295.79	286.88	292.44	304.78	267.81	274.67	291.02	272.20
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	15.01%	15.49%	17.59%	16.85%	19.21%	19.27%	21.01%	21.99%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	16.25%		17.22%		19.24%		21.50%	
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.737		1.815		1.786		1.850	

RESULTADOS			
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.817	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
			17.62%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Elizabeth Ccopa Gordillo
Elizabeth Ccopa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP: 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS CON EL SELLO SECO

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



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

PROYECTO : *APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS
 EN EL CAMINO VECINAL CHIJICHAYA-SIRAYA, PUNO 2022*
 SOLICITANTE : BACHILLER. ARCATA JINEZ GABRIEL
 UBICACIÓN : CHIJICHAYA - SIRAYA
 MUESTRA : CALICATA N°1 ADICION 5 % CQ - 10 % C* FECHA : 25/04/2022
 PROGRESIVA : Km 11+000 LADO IZQUIERDO PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m

MOLDE N°	UNID.	7		8		9	
		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.	14964	14943	14531	14569	14618	14719
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.	6854	6833	6401	6439	6298	6399
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.125	2.118	2.006	2.018	1.963	1.994
TARRO N°		A-1	10	A-2	11	A-3	12
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	438.92	398.7	351.14	396.11	346.75	387.52
TARRO + SUELO SECO	gr.	383.28	345.18	308.35	335.55	304.98	323.41
PESO DEL TARRO	gr.	64.74	79.44	65.05	75.72	63.44	82.04
PESO DEL AGUA	gr.	55.64	53.52	42.79	60.56	41.77	64.11
PESO DEL SUELO SECO	gr.	318.54	265.74	243.3	259.83	241.54	241.37
HUMEDAD	%	17.47%	20.14%	17.59%	23.31%	17.29%	26.56%
		17.47%	20.14%	17.59%	23.31%	17.29%	26.56%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.809	1.763	1.706	1.636	1.673	1.576

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
26/04/22	12.40 AM.	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27/04/22	12.40 AM.	24:00:00	0.03	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
28/04/22	12.40 AM.	48:00:00	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
29/04/22	12.40 AM.	72:00:00	0.05	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
30/04/22	12.40 AM.	96:00:00	0.05	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00

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	79.0	79	4.0	43.0	43	2.2	34.6	34.6	1.7			
1:00	1.270	0.050	108.4	108.4	5.5	55.4	55.4	2.8	45.2	45.2	2.3			
1:30	1.900	0.075	139.6	139.6	7.1	76.4	76.4	3.9	54.4	54.4	2.7			
2:00	2.540	0.100	180.4	180.4	9.1	92.2	92.2	4.7	65.2	65.2	3.3			
3:00	3.810	0.150	219.2	219.2	11.1	112.4	112.4	5.7	81.6	81.6	4.1			
4:00	5.080	0.200	255.2	255.2	12.9	139.2	139.2	7.0	98.2	98.2	5.0			
5:00	6.350	0.250	282.4	282.4	14.3	152.2	152.2	7.7	108.0	108	5.5			
6:00	7.620	0.300	308.2	308.2	15.6	165.4	165.4	8.4	117.2	117.2	5.9			
8:00	10.160	0.400	303.4	303.4	15.3	171.2	171.2	8.7	127.4	127.4	6.4			
10:00	12.700	0.500	263.0	263	13.3	156.0	156	7.9	120.1	120.1	6.1			

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



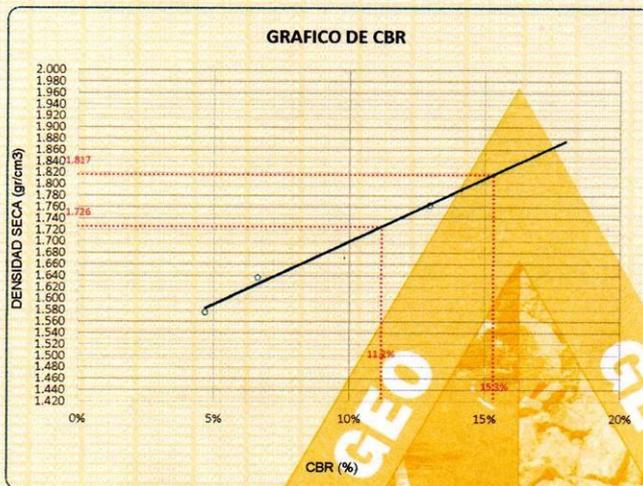
Elizabeth Ctopa Gordillo
Elizabeth Ctopa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

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

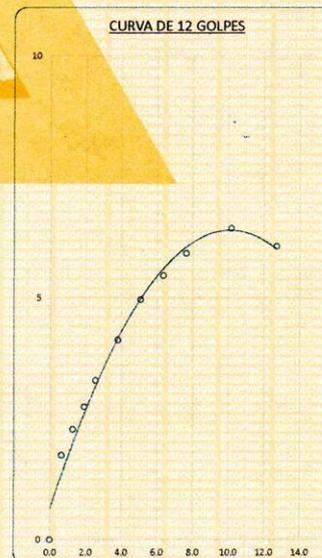
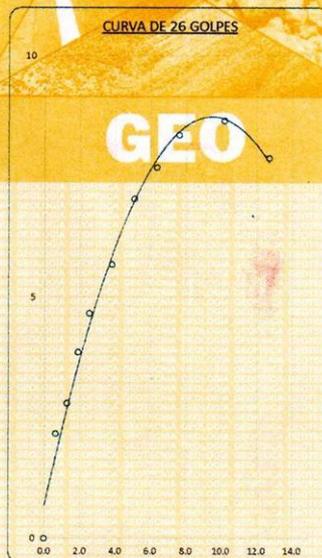
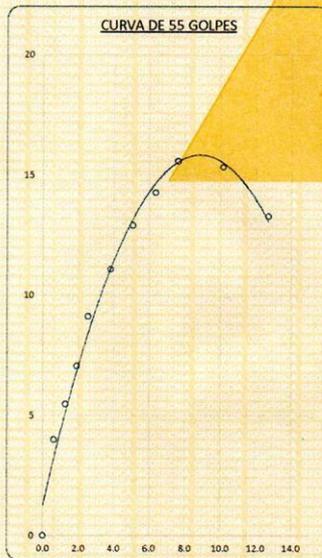


PROYECTO : "APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN EL CAMINO VECINAL CHIJICHAYA-SIRAYA, PUNO 2022"
SOLICITANTE : BACHILLER. ARCATA JINEZ GABRIEL
UBICACIÓN : CHIJICHAYA - SIRAYA
MUESTRA : CALICATA N°1 ADICION 5 % CQ - 10 % C°
PROGRESIVA : Km 11+000 LADO IZQUIERDO
FECHA : 25/04/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m



PARAMETROS DE C.B.R.
C.B.R. 01" AL 100% = 15.3%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 11.2%

LEYENDA
— CURVA A 0.1"



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



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Geología - Geofísica - Geotecnia

PROYECTO : "APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN EL CAMINO VECINAL CHUJICHAYA - SIRAYA, PUNO 2022"

SOLICITANTE : BACHILLER. ARCATA JINEZ GABRIEL

UBICACIÓN : CHUJICHAYA - SIRAYA

MUESTRA : CALICATA N°1 ADICION 5% CQ - 15% C

PROGRESIVA : Km. 11+000 LADO IZQUIERDO

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m

FECHA : 20 DE ABRIL 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	
		R	S	R	S
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	41.68	39.94	17.59	18.06
SUELO SECO + TARRO	gr	38.71	37.24	16.64	17.09
PESO DEL TARRO	gr	24.67	24.61	10.14	10.51
PESO DEL AGUA	gr	2.97	2.70	0.95	0.97
PESO DEL SUELO SECO	gr	14.04	12.63	6.50	6.58
HUMEDAD %	%	21.15	21.38	14.62	14.74
N° DE GOLPES		25	25		

LÍMITE LÍQUIDO % : **21.27** **LÍMITE PLÁSTICO %** : **14.68**

ÍNDICE PLÁSTICO % : **06.59**

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



Elizabeth Copa Gordillo
Elizabeth Copa 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-180)

PROYECTO : "APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN EL CAMINO VECINAL CHIJICHAYA-SIRAYA, PUNO 2022"

SOLICITANTE : BACHILLER. ARCATA JINEZ GABRIEL

UBICACIÓN : CHIJICHAYA - SIRAYA

MUESTRA : CALICATA N°1 ADICION 5 % CQ - 15% C°

FECHA : 25/04/2022

PROGRESIVA : Km 11+00 LADO IZQUIERDO

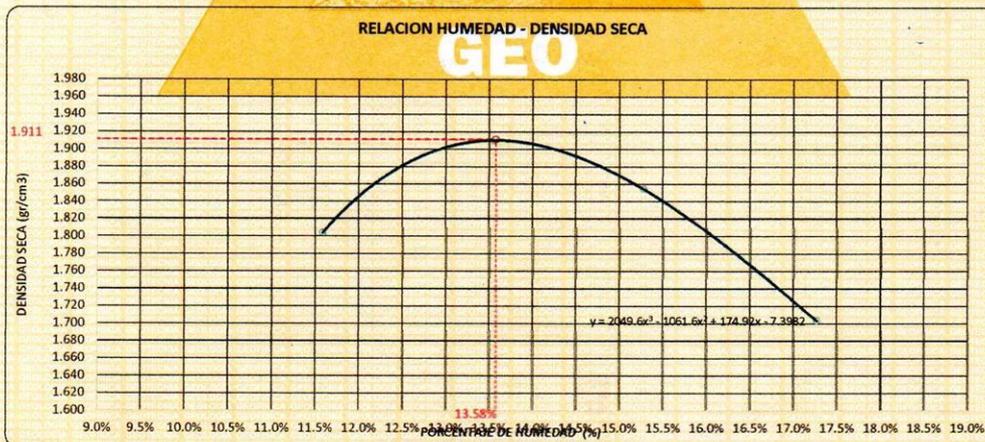
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m

DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE (B)	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.	5814	5959	5930	5800
P. DEL MOLDE	gr.	3947	3947	3947	3947
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1867	2012	1983	1853
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	2.013	2.169	2.138	1.998

	No	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	390.74	403.61	367.86	372.50	410.71	416.64	398.25	409.18
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	357.97	370.64	333.14	336.86	366.18	372.68	350.95	360.43
PESO DE TARA	gr.	75.85	83.40	74.13	76.92	78.31	81.16	79.58	75.50
PESO DEL AGUA	gr.	32.77	33.17	34.72	35.64	44.53	43.96	47.30	48.75
PESO DE SUELO SECO	gr.	282.12	287.24	259.01	259.94	287.87	291.52	271.37	284.93
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	11.62%	11.55%	13.40%	13.71%	15.47%	15.08%	17.43%	17.11%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	11.68%		13.56%		15.27%		17.27%	
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.804		1.910		1.855		1.704	

RESULTADOS			
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.911	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
			13.58%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Elizabeth Cco
Elizabeth Cco 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



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

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : "APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN EL CAMINO VECINAL CHIJICHAYA-SIRAYA, PUNO 2022"
SOLICITANTE : BACHILLER. ARCATA JINEZ GABRIEL
UBICACIÓN : CHIJICHAYA - SIRAYA
MUESTRA : CALICATA N°1 ADICION 5 % CQ - 15% C* **FECHA :** 25/04/2022
PROGRESIVA : Km 11+00 LADO IZQUIERDO **PROFUNDIDAD :** 0.00 - 1.50m

MOLDE N°	UNID.	10		11		12	
		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.	14900	15038	14890	14914	14830	15066
PESO DEL MOLDE	gr.	8024	8024	8162	8162	8214	8214
VOLÚMEN DE LA MUESTRA	cm ³	3175	3175	3173	3173	3178	3178
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	6876	7014	6728	6752	6616	6852
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm ³	2.166	2.209	2.120	2.128	2.082	2.156
TARRO N°		9	19	10	20	11	21
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	310.72	340.85	381.35	409.87	376.01	418.6
TARRO + SUELO SECO	gr.	283.78	302.05	344.87	353.05	339.38	350.87
PESO DEL TARRO	gr.	80.91	78.03	79.44	79.4	75.72	80.04
PESO DEL AGUA	gr.	26.96	38.8	36.48	56.82	36.63	67.73
PESO DEL SUELO SECO	gr.	202.85	224.02	265.43	273.65	283.66	270.83
HUMEDAD	%	13.29%	17.32%	13.74%	20.76%	13.89%	25.01%
		13.29%	17.32%	13.74%	20.76%	13.89%	25.01%
DENSIDAD SECA	gr./cm ³	1.912	1.883	1.864	1.762	1.828	1.725

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
26/04/22	2.50 PM.	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27/04/22	2.50 PM.	24:00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
28/04/22	2.50 PM.	48:00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
29/04/22	2.50 PM.	72:00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
30/04/22	2.50 PM.	96:00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00

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	130.4	130.4	6.6		66.2	66.2	3.3		57.6	57.6	2.9	
1:00	1.270	0.050	173.2	173.2	8.8		87.4	87.4	4.4		70.4	70.4	3.6	
1:30	1.900	0.075	205.4	205.4	10.4		109.1	109.1	5.5		82.4	82.4	4.2	
2:00	2.540	0.100	258.1	258.1	13.0		142.4	142.4	7.2		99.1	99.1	5.0	
3:00	3.810	0.150	308.4	308.4	15.6		176.2	176.2	8.9		127.2	127.2	6.4	
4:00	5.080	0.200	352.2	352.2	17.8		205.4	205.4	10.4		146.2	146.2	7.4	
5:00	6.350	0.250	390.1	390.1	19.7		230.0	230	11.6		160.4	160.4	8.1	
6:00	7.620	0.300	400.2	400.2	20.2		244.2	244.2	12.3		174.2	174.2	8.8	
8:00	10.160	0.400	367.2	367.2	18.6		241.6	241.6	12.2		173.4	173.4	8.8	
10:00	12.700	0.500	271.0	271	13.7		202.0	202	10.2		148.0	148	7.5	

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



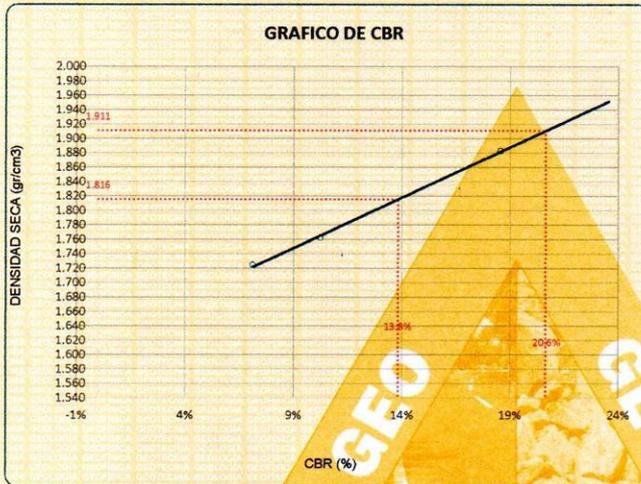
Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
 CIR. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

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



PROYECTO : "APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS
EN EL CAMINO VECINAL CHUJICHAYA-SIRAYA, PUNO 2022"
SOLICITANTE : BACHILLER ARCATA JINEZ GABRIEL
UBICACIÓN : CHUJICHAYA - SIRAYA
MUESTRA : CALICATA N°1 ADICION 5 % CQ - 15% C°
PROGRESIVA : Km 11+00 LADO IZQUIERDO
FECHA : 25/04/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m

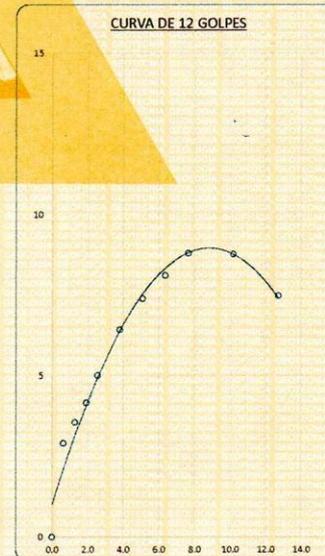
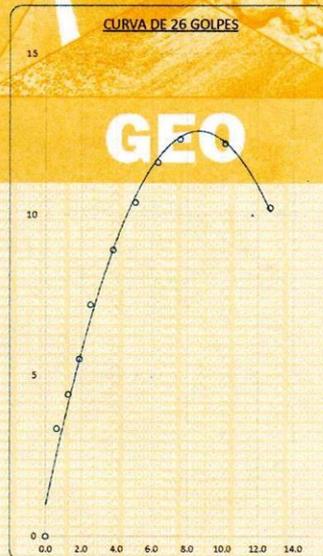
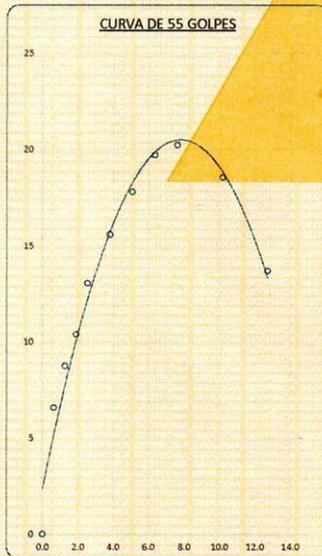


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01" AL 100% = 20.6%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 13.8%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



Elizabeth Copo Gordillo
Elizabeth Copo 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 : "APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN EL CAMINO VECINAL CHIJICHAYA - SIRAYA, PUNO 2022"
SOLICITANTE : BACHILLER. ARCATA JINEZ GABRIEL
UBICACIÓN : CHIJICHAYA - SIRAYA
MUESTRA : CALICATA N° 1 ADICION 10% CQ - 5% C°
PROGRESIVA : Km 11+000 LADO IZQUIERDO
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m
FECHA : 20 DE ABRIL 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	
	A-1	A-2	E	F
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	36.98	14.91	15.27
SUELO SECO + TARRO	gr	33.82	14.09	14.55
PESO DEL TARRO	gr	25.52	10.17	10.99
PESO DEL AGUA	gr	3.16	0.82	0.72
PESO DEL SUELO SECO	gr	8.30	3.92	3.56
HUMEDAD %	%	38.07	20.92	20.22
N° DE GOLPES		23		

LÍMITE LIQUIDO % : 37.88 LÍMITE PLÁSTICO % : 20.57
ÍNDICE PLÁSTICO % : 17.31

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

OBSERVACION : LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER



Elizabeth Ccopa Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 OP. 121359



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

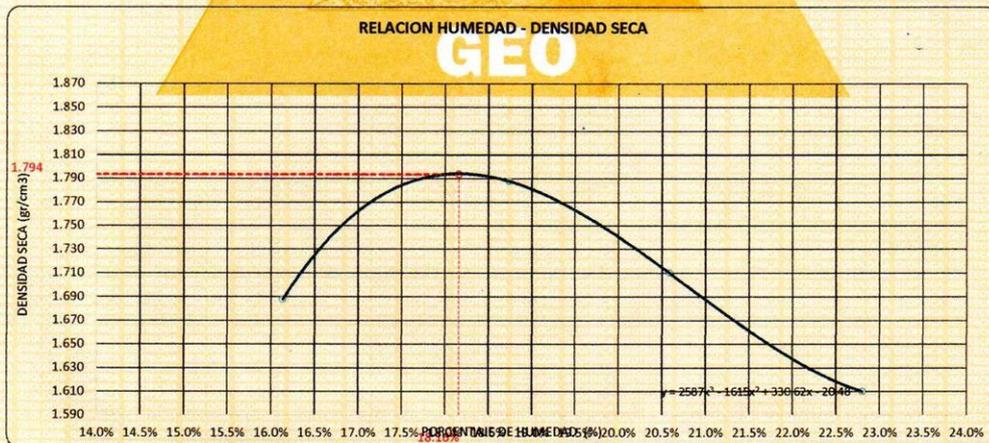
PROYECTO : "APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN EL CAMINO VECINAL CHIJICHAYA-SIRAYA, PUNO 2022"
 SOLICITANTE : BACHILLER. ARCATA JINEZ GABRIEL
 UBICACIÓN : CHIJICHAYA - SIRAYA
 MUESTRA : CALICATA N°1 ADICION 10% CQ - 5° C°
 FECHA : 1/05/2022
 PROGRESIVA : Km 11+ 000 LADO IZQUIERDO
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m

DÍAMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE (B)	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.	5765	5916	5860	5781
P. DEL MOLDE	gr.	3947	3947	3947	3947
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1818	1969	1913	1834
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1.960	2.123	2.062	1.977

	No	A-19	A-20	A-21	A-22	A-23	A-24	A-1	A-2
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	382.46	392.17	400.58	413.72	460.28	395.62	420.51	394.70
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	337.93	347.34	347.99	358.26	393.18	338.47	355.06	332.93
PESO DE TARA	gr.	66.40	64.70	63.92	65.80	64.04	63.42	64.74	65.05
PESO DEL AGUA	gr.	44.53	44.83	52.59	55.46	67.10	57.15	65.45	61.77
PESO DE SUELO SECO	gr.	271.53	282.64	284.07	292.46	329.14	275.05	290.32	267.88
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	16.40%	15.86%	18.51%	18.96%	20.39%	20.78%	22.54%	23.06%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	16.13%		18.74%		20.58%		22.80%	
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.688		1.768		1.710		1.610	

RESULTADOS				
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.794	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	18.16%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Elizabeth
Elizabeth Ccopa 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



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

PROYECTO : APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS
EN EL CAMINO VECINAL CHUICHAYA-SIRAYA, PUNO 2022*

SOLICITANTE : BACHILLER. ARCATA JINEZ GABRIEL

UBICACIÓN : CHUICHAYA - SIRAYA

MUESTRA : CALICATA N°1 ADICION 10% CQ - 5° C°

FECHA : 1/05/2022

PROGRESIVA : Km 11+ 000 LADO IZQUIERDO

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
CAPAS		5		5		5	
GOLPES POR CAPA N°		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR	
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	14785	14818	14581	14680	14472	14732
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.	6755	6788	6431	6530	6182	6442
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.131	2.141	2.027	2.058	1.945	2.026
TARRO N°		A-8		A-9		A-10	
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	312.59	340.16	409.92	428.83	360.47	430.49
TARRO + SUELO SECO	gr.	275.2	290.43	357.37	354.38	315.86	346.57
PESO DEL TARRO	gr.	75.5	75.85	80.91	83.4	79.44	74.13
PESO DEL AGUA	gr.	37.39	49.73	52.55	74.45	44.61	83.92
PESO DEL SUELO SECO	gr.	199.7	214.58	276.46	270.98	236.42	272.44
HUMEDAD	%	18.72%	23.18%	19.01%	27.47%	18.87%	30.80%
		18.72%	23.18%	19.01%	27.47%	18.87%	30.80%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.795	1.738	1.703	1.614	1.636	1.549

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
02/05/22	7.50 AM.	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
03/05/22	7.50 AM.	24:00:00	0.20	0.01	0.00	0.23	0.01	0.00	0.25	0.01	0.01
04/05/22	7.50 AM.	48:00:00	0.21	0.01	0.00	0.25	0.01	0.01	0.26	0.01	0.01
05/05/22	7.50 AM.	72:00:00	0.24	0.01	0.00	0.27	0.01	0.01	0.28	0.01	0.01
06/05/22	7.50 AM.	96:00:00	0.25	0.01	0.01	0.29	0.01	0.01	0.30	0.01	0.01

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	76.4	76.4	3.9		44.1	44.1	2.2		33.0	33	1.7	
1:00	1.270	0.050	95.1	95.1	4.8		55.0	55	2.8		44.2	44.2	2.2	
1:30	1.900	0.075	116.2	116.2	5.9		70.4	70.4	3.6		55.1	55.1	2.8	
2:00	2.540	0.100	137.2	137.2	6.9		88.2	88.2	4.5		69.4	69.4	3.5	
3:00	3.810	0.150	165.2	165.2	8.4		110.1	110.1	5.6		91.2	91.2	4.6	
4:00	5.080	0.200	195.4	195.4	9.9		130.2	130.2	6.6		114.4	114.4	5.8	
5:00	6.350	0.250	222.4	222.4	11.2		148.4	148.4	7.5		122.2	122.2	6.2	
6:00	7.620	0.300	238.2	238.2	12.0		166.2	166.2	8.2		124.0	124	6.3	
8:00	10.160	0.400	249.0	249	12.6		166.2	166.2	8.4		124.0	124	6.3	
10:00	12.700	0.500	232.1	232.1	11.7		150.1	150.1	7.6		107.2	107.2	5.4	

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Elizabeth Copac Gordillo
Elizabeth Copac Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 121350

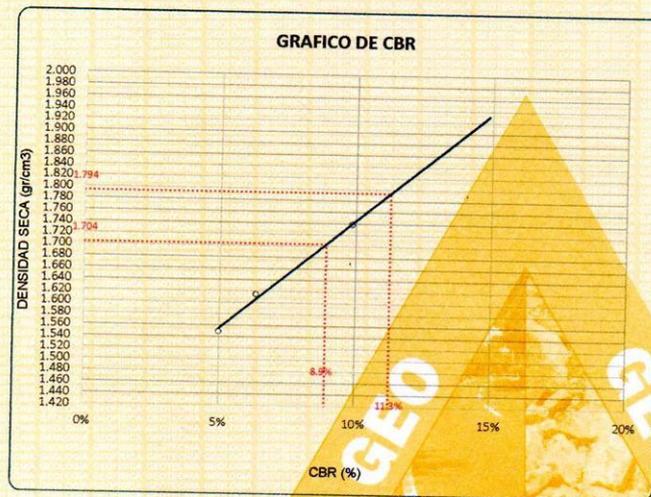
LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

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



PROYECTO : "APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN EL CAMINO VECINAL CHUICHAYA-SIRAYA, PUÑO 2022"
SOLICITANTE : BACHILLER ARCATA JINEZ GABRIEL
UBICACIÓN : CHUICHAYA - SIRAYA
MUESTRA : CALICATA N°1 ADICION 10% CQ - 5° C°
PROGRESIVA : Km 11+ 000 LADO IZQUIERDO

FECHA : 1/05/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m

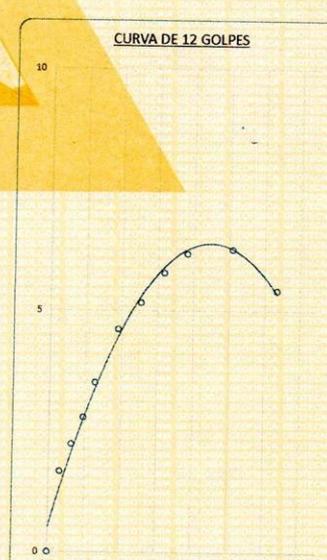
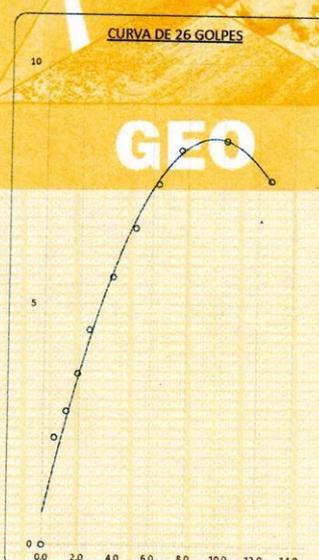
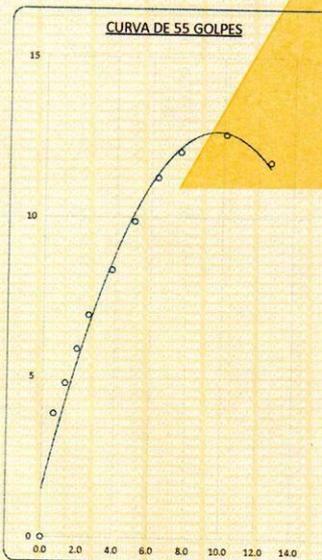


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01" AL 100% = 11.3%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 8.9%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



Elizabeth
Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
C.P. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

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



PROYECTO : "APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN EL CAMINO VECINAL CHIJICHAYA - SIRAYA, PUNO 2022"
SOLICITANTE : BACHILLER. ARCATA JINEZ GABRIEL
UBICACIÓN : CHIJICHAYA - SIRAYA
MUESTRA : CALICATA N° 1 ADICION 10% CQ - 10% C
PROGRESIVA : Km. 11+000 LADO IZQUIERDO
PROFUNDIDAD : 0,00 - 1,50 m
FECHA : 20 DE ABRIL DEL 2022

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

SUELO HUMEDO + TARRO	0	
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°		N	O	N	O
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	38.62	37.96	15.68	15.70
SUELO SECO + TARRO	gr	35.48	34.81	14.81	14.81
PESO DEL TARRO	gr	24.85	24.04	10.26	10.20
PESO DEL AGUA	gr	3.14	3.15	0.87	0.89
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.63	10.77	4.55	4.61
HUMEDAD %	%	29.54	29.25	19.12	19.31
N° DE GOLPES		24	24		

LÍMITE LÍQUIDO % : 29.25 **LÍMITE PLÁSTICO %** : 19.21

ÍNDICE PLÁSTICO % : 10.04

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


Elizabeth Copca Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 121350

OBSERVACION : LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER



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-180)

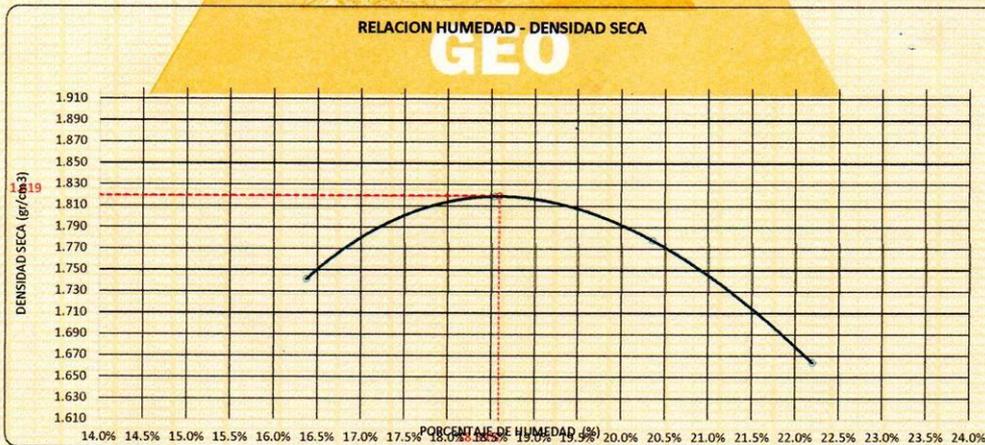
PROYECTO : "APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN EL CAMINO VECINAL CHIJICHAYA-SIRAYA, PUNO 2022"
 SOLICITANTE : BACHILLER. ARCATA JINEZ GABRIEL
 UBICACIÓN : CHIJICHAYA - SIRAYA
 MUESTRA : CALICATA N°1 ADICION 10 % CQ - 10° C° FECHA : 1/05/2022
 PROGRESIVA : Km 11+000 LADO IZQUIERDO PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m

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.	5616	5736	5721	5622
P. DEL MOLDE	gr.	3740	3740	3740	3740
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1876	1996	1981	1882
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	2.027	2.156	2.140	2.033

	No	7	8	9	10	11	12	13	14
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	350.15	406.22	402.98	430.04	362.47	426.14	382.40	361.12
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	311.46	360.46	352.21	375.64	314.20	367.64	327.16	309.58
PESO DE TARA	gr.	79.53	75.50	80.91	79.44	75.62	82.04	78.12	77.69
PESO DEL AGUA	gr.	38.69	45.76	50.77	54.40	48.27	58.50	55.24	51.54
PESO DE SUELO SECO	gr.	231.93	284.96	271.30	296.20	238.58	285.60	249.04	231.89
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	16.68%	16.06%	18.71%	18.37%	20.23%	20.48%	22.18%	22.23%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	16.37%		18.84%		20.36%		22.20%	
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.741		1.819		1.778		1.664	

RESULTADOS			
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.819	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
			18.59%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Elizabeth Copa 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



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

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : *APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN EL CAMINO VECINAL CHIJICHAYA-SIRAYA, PUNO 2022*

SOLICITANTE : BACHILLER. ARCATA JINEZ GABRIEL

UBICACIÓN : CHIJICHAYA - SIRAYA

MUESTRA : CALICATA N°1 ADICION 10 % CQ - 10° C°

PROGRESIVA : Km 11+000 LADO IZQUIERDO

FECHA : 1/05/2022

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m

MOLDE N°	UNID.	4		5		6	
		55		26		12	
CAPAS		5		5		5	
GOLPES POR CAPA N°		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR	
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	14901	14942	15111	15265	14720	14980
PESO DEL MOLDE	gr.	9010	8010	8510	8510	8340	8340
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	3200	3200	3170	3170	3191	3191
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	6891	6932	6601	6755	6380	6640
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.153	2.166	2.082	2.131	1.999	2.081
TARRO N°		15	A-18	16	A-19	17	A-20
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	380.79	346.87	326.89	398.81	318.24	360.7
TARRO + SUELO SECO	gr.	333.31	298.32	287	334.14	280.89	297.73
PESO DEL TARRO	gr.	75.98	65.07	76.41	66.4	80.01	64.7
PESO DEL AGUA	gr.	47.48	48.55	39.89	64.67	37.55	62.97
PESO DEL SUELO SECO	gr.	257.33	233.25	210.59	267.74	200.68	233.03
HUMEDAD	%	18.45%	20.81%	18.94%	24.15%	18.71%	27.02%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.818	1.793	1.751	1.716	1.684	1.638

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
02/05/22	10.00 AM.	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
03/05/22	10.00 AM.	24:00:00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
04/05/22	10.00 AM.	48:00:00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
05/05/22	10.00 AM.	72:00:00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
06/05/22	10.00 AM.	96:00:00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00

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	103.4	103.4	5.2		69.2	69.2	3.5		40.2	40.2	2.0	
1:00	1.270	0.050	130.2	130.2	6.6		82.1	82.1	4.2		56.4	56.4	2.9	
1:30	1.900	0.075	162.1	162.1	8.2		106.2	106.2	5.4		76.4	76.4	3.9	
2:00	2.540	0.100	208.4	208.4	10.5		145.4	145.4	7.3		96.2	96.2	4.9	
3:00	3.810	0.150	252.2	252.2	12.7		186.1	186.1	9.4		131.0	131	6.6	
4:00	5.080	0.200	306.4	306.4	15.5		220.0	220	11.1		152.1	152.1	7.7	
5:00	6.350	0.250	339.2	339.2	17.1		249.2	249.2	12.6		169.2	169.2	8.6	
6:00	7.620	0.300	370.0	370	18.7		264.0	264	13.3		183.1	183.1	9.3	
8:00	10.160	0.400	376.1	376.1	19.0		278.1	278.1	14.1		187.4	187.4	9.5	
10:00	12.700	0.500	345.2	345.2	17.4		259.0	259	13.1		168.0	168	8.5	

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Elizabeth Ccopa Gordillo
Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 121350

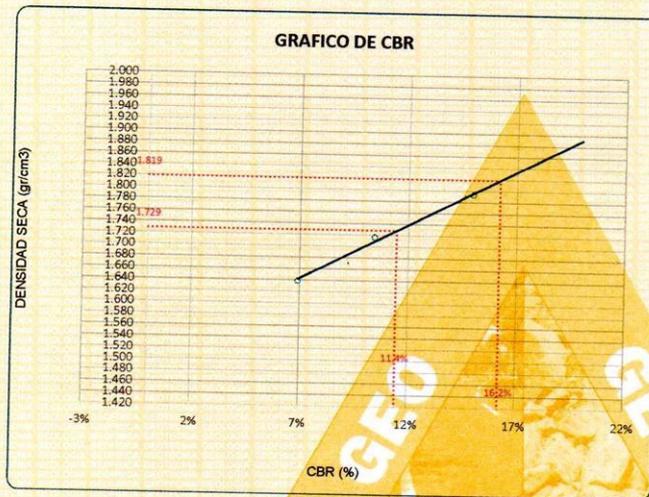
LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

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



PROYECTO : "APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN EL CAMINO VECINAL CHUICHAYA-SIRAYA, PUNO 2022"
SOLICITANTE : BACHILLER. ARCATA JINEZ GABRIEL
UBICACIÓN : CHUICHAYA - SIRAYA
MUESTRA : CALICATA N°1 ADICION 10 % CQ - 10° C°
PROGRESIVA : Km 11+000 LADO IZQUIERDO

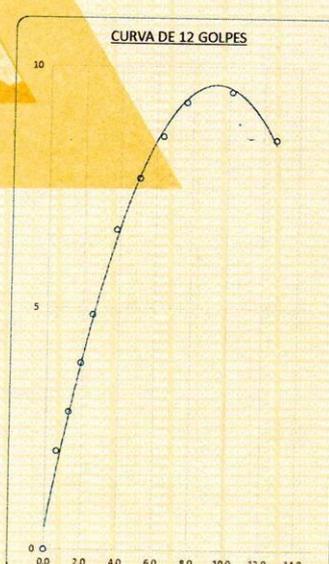
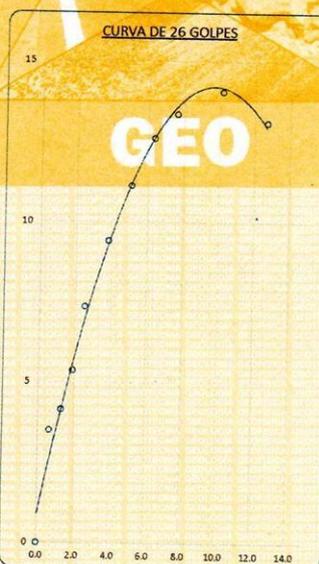
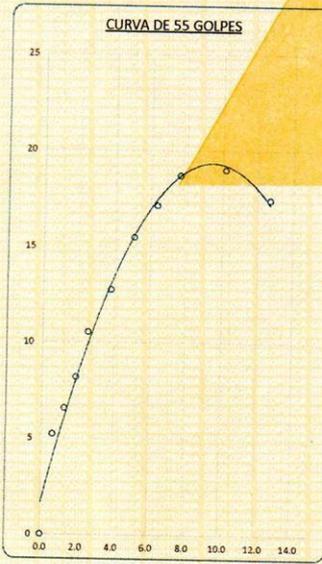
FECHA : 1/05/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m



PARAMETROS DE C.B.R.
C.B.R. 01" AL 100% = 16.2%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 11.4%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



Elizabeth Ccopa Gordillo
Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



TRIPLE GEO

S.R.L.

Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Geología - Geofísica - Geotecnia

PROYECTO : "APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN EL CAMINO VECINAL CHIJICHAYA - SIRAYA, PUNO 2022"

SOLICITANTE : BACHILLER. ARCATA JINEZ GABRIEL

UBICACIÓN : CHIJICHAYA - SIRAYA

MUESTRA : CALICATA N° 1 ADICION 10% CQ - 15% C

PROGRESIVA : Km. 11+500 LADO IZQUIERDO

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m

FECHA : 20 DE ABRIL 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		
		O	P	O	P
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	38.34	39.82	16.82	16.50
SUELO SECO + TARRO	gr	35.65	36.98	15.91	15.64
PESO DEL TARRO	gr	24.04	25.08	10.20	10.21
PESO DEL AGUA	gr	2.69	2.84	0.91	0.86
PESO DEL SUELO SECO	gr	11.61	11.90	5.71	5.43
HUMEDAD %	%	23.17	23.87	15.94	15.84
N° DE GOLPES		26	26		

LÍMITE LÍQUIDO % :	23.63	LÍMITE PLÁSTICO % :	15.89
ÍNDICE PLÁSTICO % :	07.74		

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

OBSERVACION : LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER



Elizabeth
 Elizabeth Acopa 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-180)

PROYECTO : *APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN EL CAMINO VECINAL CHIJICHAYA-SIRAYA, PUNO 2022*

SOLICITANTE : BACHILLER. ARCATA JINEZ GABRIEL

UBICACIÓN : CHIJICHAYA - SIRAYA

MUESTRA : CALICATA N°1 ADICION 10 % CQ - 15% C* **FECHA** : 1/05/2022

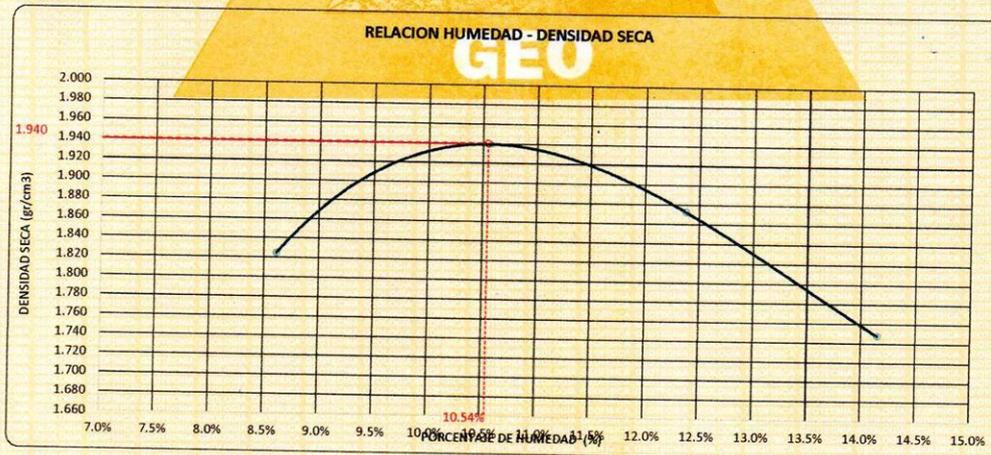
PROGRESIVA : Km 11+000 LADO IZQUIERDO **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.50m

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.	5766	5936	5899	5798
P. DEL MOLDE	gr.	3947	3947	3947	3947
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1838	1989	1952	1851
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1.982	2.144	2.105	1.996

No	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	296.28	282.97	260.47	273.95	253.17	238.42	276.15	250.64
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	275.62	264.00	239.32	251.25	230.14	215.91	246.27	224.61
PESO DE TARA	gr.	39.25	40.24	38.02	37.61	41.15	36.80	37.49	38.42
PESO DEL AGUA	gr.	20.66	18.97	21.15	22.70	23.03	22.51	29.88	26.03
PESO DE SUELO SECO	gr.	236.37	223.76	201.30	213.64	188.99	179.11	208.78	186.19
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	8.74%	8.48%	10.51%	10.63%	12.19%	12.57%	14.31%	13.98%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	8.61%		10.57%		12.38%		14.15%	
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.825		1.939		1.873		1.748	

RESULTADOS			
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.940	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
			10.54%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Elizabeth Ccopa 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



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

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : "APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN EL CAMINO VECINAL CHIJICHAYA-SIRAYA, PUNO 2022"
 SOLICITANTE : BACHILLER. ARCATA JINEZ GABRIEL
 UBICACIÓN : CHIJICHAYA - SIRAYA
 MUESTRA : CALICATA N°1 ADICION 10 % CQ - 15% C*
 FECHA : 1/05/2022
 PROGRESIVA : Km 11+000 LADO IZQUIERDO
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
CAPAS		5		5		5	
GOLPES POR CAPA N°		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA							
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	14861	15018	14873	15314	14854	15510
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.	6831	6988	6723	7164	6564	7220
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.155	2.204	2.119	2.258	2.065	2.271
TARRO N°		A-8	23	A-9	24	A-10	25
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	275.25	269.78	293.75	309.47	314.5	285.14
TARRO + SUELO SECO	gr.	255.21	244.53	271.41	272.12	291.25	247.82
PESO DEL TARRO	gr.	66.57	77.63	63.8	80.66	65.94	81.2
PESO DEL AGUA	gr.	20.04	25.25	22.34	37.35	23.25	37.32
PESO DEL SUELO SECO	gr.	188.64	166.9	207.61	191.46	225.31	166.62
HUMEDAD	%	10.62%	15.13%	10.76%	19.51%	10.32%	22.40%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.948	1.915	1.913	1.889	1.872	1.866

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
02/05/22	12.00 PM.	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
03/05/22	12.00 PM.	24:00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
04/05/22	12.00 PM.	48:00:00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
05/05/22	12.00 PM.	72:00:00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
06/05/22	12.00 PM.	96:00:00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00

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	118.1	118.1	6.0		85.4	85.4	4.3		63.4	63.4	3.2	
1:00	1.270	0.050	146.1	146.1	7.4		106.2	106.2	5.4		86.4	86.4	4.4	
1:30	1.900	0.075	179.4	179.4	9.1		122.6	122.6	6.2		96.2	96.2	4.9	
2:00	2.540	0.100	220.4	220.4	11.1		164.4	164.4	8.3		138.2	138.2	7.0	
3:00	3.810	0.150	312.2	312.2	15.8		208.1	208.1	10.5		149.4	149.4	7.6	
4:00	5.080	0.200	362.1	362.1	18.3		242.0	242.0	12.2		168.4	168.4	8.5	
5:00	6.350	0.250	408.2	408.2	20.6		272.2	272.2	13.8		186.0	186.0	9.4	
6:00	7.620	0.300	436.1	436.1	22.0		291.1	291.1	14.7		196.1	196.1	9.9	
8:00	10.160	0.400	436.5	436.5	22.1		294.0	294.0	14.9		205.1	205.1	10.4	
10:00	12.700	0.500	388.4	388.4	19.6		262.0	262.0	13.2		178.0	178.0	9.0	

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Elizabeth Copo Gordillo
 Elizabeth Copo Gordillo
 INGENIERO GEÓLOGO
 NIP. 121350

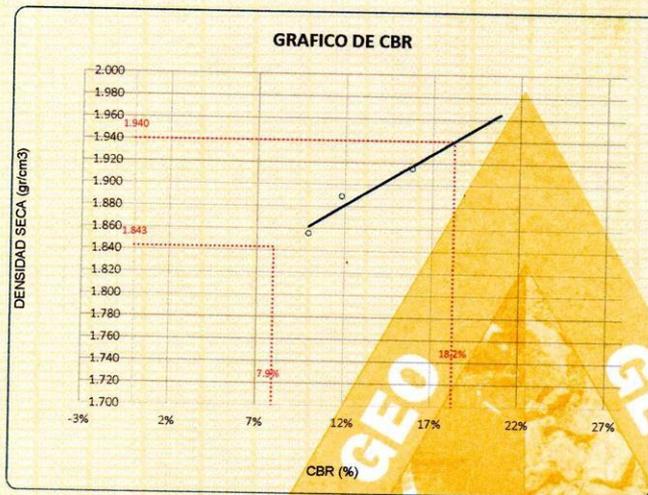
LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

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



PROYECTO : "APLICACIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE QUINUA EN LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN EL CAMINO VEGINAL CHUICHAYA-SIRAYA, PUNO 2022"
SOLICITANTE : BACHILLER. ARCATA JINEZ GABRIEL
UBICACIÓN : CHUICHAYA - SIRAYA
MUESTRA : CALICATA N°1 ADICION 10 % CQ - 15% C°
PROGRESIVA : Km 11+000 LADO IZQUIERDO

FECHA : 1/05/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m

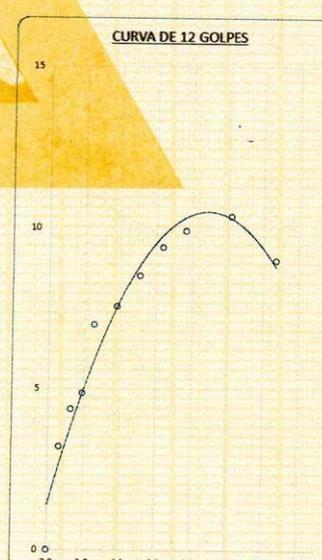
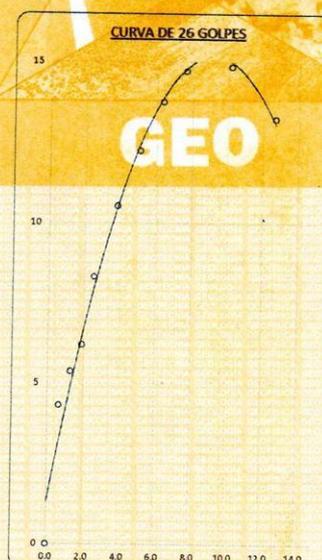
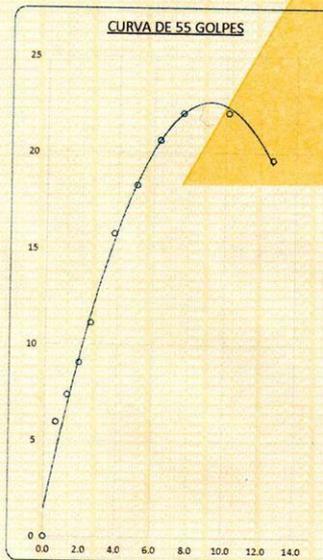


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01" AL 100%	=	18.2%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S.	=	7.9%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"




Elizabeth Ecopa 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

Área de Metrología
 Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN
CA - IV - 0132 - 2021

Página 2 de 2

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-09 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves"

7. Lugar de Verificación

En el laboratorio de Longitud de CALIBRATEC S.A.C.
 AVENIDA CHILLON LOTE 50 B - COMAS - LIMA

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 ° C	20.6 ° C
Humedad Relativa	56%	56%

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	RETICULA DE MEDICIÓN PARA MICROSCOPIO DIGITAL	LLA-016-2021
METROIL	WINCHA 3 METROS MARCA: STANLEY	L-0758-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	T-1774-2021

10. Observaciones

Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
 Se realizó una inspección visual del instrumento encontrándola en buenas condiciones

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

± Y Variación de abertura Promedio (mm)	+ X Variación máxima de abertura (mm)	Resultando Abertura Máxima Individual (mm)	Diámetro de alambre Típica (mm)
-0.044	0.058	2.06	0.87

- Nota 1.-** La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 10 es de ± 0.065 mm.
Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 10 es de 0.23 mm.
Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 10 es de 2.23 mm.
Nota 4.- El rango admisible del diámetro del tamiz de No. 10 es de 0.9 ± 0.13 mm.

Fin del Documento



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	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Diametro	8 pulgadas	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
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



6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-09 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves"

7. Lugar de Verificación

En el laboratorio de Longitud de CALIBRATEC S.A.C.
AVENIDA CHILLON LOTE 50 B - COMAS - LIMA

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 ° C	20.6 ° C
Humedad Relativa	56%	56%

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	RETICULA DE MEDICION PARA MICROSCOPIO DIGITAL	LLA-016-2021
METROIL	WINCHA 3 METROS MARCA: STANLEY	L-0758-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	T-1774-2021

10. Observaciones

Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
Se realizó una inspección visual del instrumento encontrandola en buenas condiciones

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (μm)	$+ X$ Variación máxima de abertura (μm)	Resultando Abertura Máxima Individual (μm)	Diámetro de alambre Típica (mm)
2.650	2.700	852.70	0.43

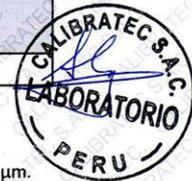
Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 20 es de $\pm 29.1 \mu\text{m}$.

Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 20 es de $127 \mu\text{m}$.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 20 es de $977 \mu\text{m}$.

Nota 4.- El rango admisible del diametro del tamiz de No. 20 es de $0.5 \pm 0.08 \text{ mm}$.

Fin del Documento



Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0130 - 2021

Página 1 de 2

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 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.
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	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Diametro	8 pulgadas	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
Designación	No. 20 850 µm	
Marca	SOIL TEST, INC	
Número de serie	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	IV-0130	
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

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-09 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

En el laboratorio de Longitud de CALIBRATEC S.A.C.
AVENIDA CHILLON LOTE 50 B - COMAS - LIMA

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 ° C	20.6 ° C
Humedad Relativa	56%	56%

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	RETÍCULA DE MEDICIÓN PARA MICROSCOPIO DIGITAL	LLA-016-2021
METROIL	WINCHA 3 METROS MARCA: STANLEY	L-0758-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	T-1774-2021

10. Observaciones

Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.

Se realizó una inspección visual del instrumento encontrándola en buenas condiciones

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (μm)	$+ X$ Variación máxima de abertura (μm)	Resultando Abertura Máxima Individual (μm)	Diámetro de alambre Típica (mm)
0.500	8.000	433.00	0.27

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 40 es de $\pm 15.5 \mu\text{m}$.

Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 40 es de $81 \mu\text{m}$.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 40 es de $506 \mu\text{m}$.

Nota 4.- El rango admisible del diámetro del tamiz de No. 40 es de $0.28 \pm 0.04 \text{ mm}$.

Fin del Documento



Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0128 - 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. 40
425 µm

Marca RETSCH

Número de serie 611766

Procedencia NO INDICA

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 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.

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 Sello



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



☎ 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

INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0127 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 2

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-09 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

En el laboratorio de Longitud de CALIBRATEC S.A.C.
AVENIDA CHILLON LOTE 50 B - COMAS - LIMA

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 ° C	20.6 ° C
Humedad Relativa	56%	56%

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	RETÍCULA DE MEDICIÓN PARA MICROSCOPIO DIGITAL	LLA-016-2021
METROIL	WINCHA 3 METROS MARCA: STANLEY	L-0758-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	T-1774-2021

10. Observaciones

Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.

Se realizó una inspección visual del instrumento encontrándola en buenas condiciones

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

±Y Variación de abertura Promedio (µm)	+X Variación máxima de abertura (µm)	Resultando Abertura Máxima Individual (µm)	Diámetro de alambre Típica (mm)
-2.650	3.300	303.30	0.200

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 50 es de $\pm 11.5 \mu\text{m}$.

Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 50 es de $65 \mu\text{m}$.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 50 es de $365 \mu\text{m}$.

Nota 4.- El rango admisible del diámetro del tamiz de No. 50 es de $0.2 \pm 0.03 \text{ mm}$.

Fin del Documento



☎ 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	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.	
3. Dirección	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO	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.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Diametro	8 pulgadas	
Designación	No. 50 300 µm	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.
Marca	GRAN TEST	
Número de serie	21996	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	COLOMBIA	
Identificación	NO INDICA	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
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. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

**INFORME DE VERIFICACIÓN
CA - IV - 0126 - 2021**

Página 2 de 2

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-09 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

En el laboratorio de Longitud de CALIBRATEC S.A.C.,
AVENIDA CHILLON LOTE 50 B - COMAS - LIMA

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 ° C	20.6 ° C
Humedad Relativa	56%	56%

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	RETICULA DE MEDICIÓN PARA MICROSCOPIO DIGITAL	LLA-016-2021
METROIL	WINCHA 3 METROS MARCA: STANLEY	L-0758-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	T-1774-2021

10. Observaciones

Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.

Se realizó una inspección visual del instrumento encontrandola en buenas condiciones

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (μm)	$+ X$ Variación máxima de abertura (μm)	Resultando Abertura Máxima Individual (μm)	Diámetro de alambre Típica (mm)
-3.100	3.600	153.60	0.105

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 100 es de $\pm 6.6 \mu\text{m}$.

Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 100 es de $43 \mu\text{m}$.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 100 es de $193 \mu\text{m}$.

Nota 4.- El rango admisible del diametro del tamiz de No. 100 es de $0.1 \pm 0.015 \text{ mm}$.

Fin del Documento



☎ 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 - 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)

Diametro 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



6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-09 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

En el laboratorio de Longitud de CALIBRATEC S.A.C.
AVENIDA CHILLON LOTE 50 B - COMAS - LIMA

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 ° C	20.6 ° C
Humedad Relativa	56%	56%

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL 200 mm MARCA: INSIZE"	L-0757-2021
METROIL	WINCHA 3 METROS MARCA: STANLEY	L-0758-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	T-1774-2021

10. Observaciones

Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
Se realizó una inspección visual del instrumento encontrándola en buenas condiciones

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

± Y Variación de abertura Promedio (µm)	+ X Variación máxima de abertura (µm)	Resultando Abertura Máxima Individual (µm)	Diámetro de alambre Típica (mm)
-2.600	3.100	78.10	0.055

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 200 es de $\pm 4.1 \mu\text{m}$.

Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 200 es de $29 \mu\text{m}$.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 200 es de $104 \mu\text{m}$.

Nota 4.- El rango admisible del diámetro del tamiz de No. 200 es de $0.05 \pm 0.007 \text{ mm}$.



Fin del Documento

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0125 - 2021

Página 1 de 2

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.	
3. Dirección	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO	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.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	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.
Diametro	8 pulgadas	
Designación	No. 200 75 µm	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	FORNEY	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
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



☎ 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

INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0124 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

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



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)



☎ 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

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



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

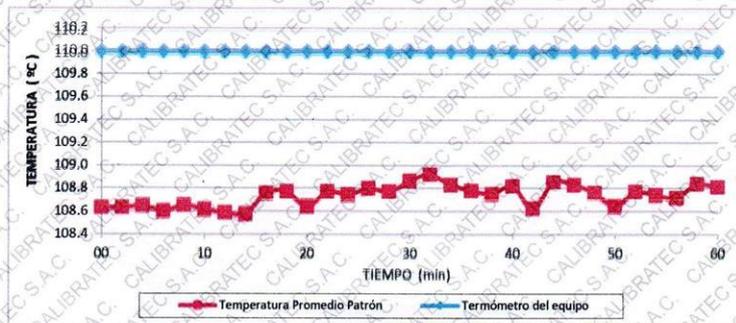
📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 023 - 2022

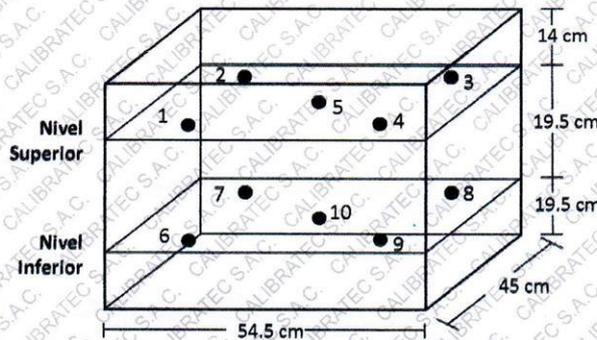
Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

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





CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 023 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114.4	18.4
Mínima Temperatura Medida	105.3	0.1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.4	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	8.1	10.9
Estabilidad Medida (\pm)	0.7	0.04
Uniformidad Medida	8.8	10.9

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

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

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

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 023 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 14.5 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
El controlador se seteo en 110

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	107.1	106.9	105.8	109.0	105.8	107.0	112.3	113.9	107.1	111.5	108.6	8.1
02	110.0	107.1	107.5	105.8	108.6	105.8	107.1	111.9	114.2	107.1	111.3	108.6	8.4
04	110.0	106.9	107.4	105.8	108.6	105.8	107.2	112.4	114.0	106.9	111.6	108.7	8.2
06	110.0	107.0	107.4	105.5	108.6	105.5	107.1	112.5	114.3	107.0	111.2	108.6	8.8
08	110.0	107.1	107.3	105.7	109.0	105.7	106.9	112.4	114.1	107.1	111.3	108.7	8.4
10	110.0	107.0	107.4	105.3	108.6	105.8	107.3	112.3	114.1	107.0	111.4	108.6	8.8
12	110.0	107.1	107.5	105.5	108.6	105.5	106.7	112.4	114.3	107.1	111.3	108.6	8.8
14	110.0	106.9	107.3	105.5	109.0	105.5	106.6	112.7	114.1	106.9	111.4	108.6	8.6
16	110.0	107.0	107.5	106.1	108.6	106.1	106.7	112.5	114.4	107.0	111.8	108.8	8.3
18	110.0	107.1	107.3	106.3	109.0	106.3	106.8	112.6	114.3	107.1	111.0	108.8	8.0
20	110.0	107.1	107.2	106.2	108.6	106.2	106.7	112.3	114.2	107.1	110.9	108.6	8.0
22	110.0	107.1	107.1	106.1	108.6	106.1	107.1	112.7	114.4	107.1	111.5	108.8	8.3
24	110.0	106.9	107.3	106.2	108.6	106.2	107.5	112.6	113.9	106.9	111.4	108.7	7.7
26	110.0	107.0	107.3	106.5	108.6	106.5	107.5	112.3	114.1	107.0	111.3	108.8	7.6
28	110.0	106.9	106.9	106.3	108.6	106.3	107.7	112.6	114.2	106.9	111.4	108.8	7.9
30	110.0	107.0	107.0	106.4	109.0	106.4	107.7	112.5	114.3	107.0	111.5	108.9	7.9
32	110.0	107.1	107.6	106.4	108.6	106.4	107.5	112.7	114.4	107.1	111.5	108.9	8.0
34	110.0	107.0	107.3	106.3	109.0	106.3	107.5	112.6	114.1	107.0	111.3	108.8	7.8
36	110.0	107.1	107.3	106.2	108.6	106.2	107.8	112.3	114.2	107.1	111.1	108.8	8.0
38	110.0	107.1	107.3	106.3	108.6	106.3	107.2	112.4	114.1	107.1	111.2	108.8	7.8
40	110.0	106.9	107.4	106.4	109.0	106.4	107.4	112.4	114.3	106.9	111.2	108.8	7.9
42	110.0	107.0	106.9	105.9	108.6	105.9	106.7	112.8	114.4	107.0	111.0	108.6	8.5
44	110.0	107.0	107.5	106.7	108.6	106.7	106.8	112.7	114.2	107.0	111.4	108.9	7.5
46	110.0	107.1	107.3	106.7	108.6	106.7	106.8	112.7	114.1	107.1	111.3	108.8	7.4
48	110.0	107.1	107.4	106.6	109.0	106.6	106.7	112.3	114.0	107.1	110.9	108.8	7.4
50	110.0	106.9	107.2	106.3	108.6	106.3	106.5	112.4	114.1	106.9	111.3	108.6	7.8
52	110.0	107.0	107.3	106.4	108.6	106.4	106.7	112.5	114.4	107.0	111.5	108.8	8.0
54	110.0	107.1	107.2	106.2	108.6	106.2	106.5	112.7	114.2	107.1	111.7	108.7	8.0
56	110.0	107.1	107.0	106.4	108.6	106.4	107.2	112.6	114.0	107.1	110.9	108.7	7.6
58	110.0	106.9	107.4	106.3	109.0	106.3	107.2	112.4	114.4	106.9	111.7	108.8	8.1
60	110.0	107.0	107.5	106.1	108.6	106.1	107.5	112.4	114.3	107.0	111.7	108.8	8.2
T.PROM	110.0	107.0	107.3	106.1	108.7	106.1	107.1	112.5	114.2	107.0	111.3	108.7	
T.MAX	110.0	107.1	107.6	106.7	109.0	106.7	107.8	112.8	114.4	107.1	111.8		
T.MIN	110.0	106.9	106.9	105.3	108.6	105.5	106.5	111.9	113.9	106.9	110.9		
DTT	0.0	0.2	0.7	1.4	0.4	1.2	1.3	0.9	0.5	0.2	0.9		



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 023 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	14.5 °C	14.7 °C
Humedad Relativa	35 %	35 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
SAT - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-014	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LTT21-0363
METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	T-1774-2021



10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

☎ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
📌 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 023 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente **0219-2022**
2. Solicitante **TRIPLE GEO EIRL**
3. Dirección **LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - 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.

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.

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 **2022-02-04**

Fecha de Emisión

2022-02-05

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 039 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1 = 300 g			Carga L2 = 600 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	300.00	5	0	599.99	3	-8	
2	300.01	8	7	600.00	6	-1	
3	300.00	6	-1	600.00	5	0	
4	300.00	7	-2	600.00	6	-1	
5	299.99	3	-8	600.00	6	-1	
6	300.00	5	0	600.00	5	0	
7	300.00	7	-2	600.00	4	1	
8	300.00	5	0	600.00	6	-1	
9	300.00	4	1	600.00	4	1	
10	300.01	9	6	600.01	8	7	
Diferencia Máxima			15	Diferencia Máxima			15
Error Máximo Permissible			30	Error Máximo Permissible			30

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	20.5 °C	20.6 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		0.10	5	0		200.00	5	0	0
2		0.10	6	-1		200.00	4	1	2
3	0.10	0.10	6	-1	200.00	200.00	6	-1	0
4		0.10	5	0		200.00	5	0	0
5		0.11	7	8		200.01	8	7	
* Valor entre 0 y 10e					Error máximo permisible				
					30				

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 039 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Masa de CALIBRATEC S.A.C.
Avenida Chillon Lote 50-B - Comas - Lima - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 °C	20.8 °C
Humedad Relativa	56%	56%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 039 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

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



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 054 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	14.0 °C	14.1 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1.0	1.0	50	0						
2.0	2.0	40	10	10	2.0	40	10	10	100
100.0	100.0	60	-10	-10	100.0	50	0	0	100
300.0	300.0	50	0	0	300.0	60	-10	-10	100
500.0	500.0	40	10	10	500.0	50	0	0	200
1000.0	1000.0	50	0	0	1000.0	60	-10	-10	200
2000.0	2000.0	60	-10	-10	2000.0	40	10	10	300
3000.0	3000.0	50	0	0	3000.0	50	0	0	300
4000.0	3999.9	20	-70	-70	4000.0	40	10	10	300
5000.0	4999.9	30	-80	-80	5000.0	60	-10	-10	300
6000.0	5999.9	30	-80	-80	5999.9	30	-80	-80	300

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.003499 \text{ g}^2 + 0.0000000012 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000120 \text{ R}$$

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%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 054 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	14.0 °C	14.1 °C

Medición Nº	Carga L1 = 3,000 g			Carga L2 = 6,000 g			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	3000.0	50	0	6000.0	50	0	
2	3000.0	60	-10	6000.0	40	10	
3	3000.0	60	-10	6000.0	40	10	
4	3000.0	50	0	6000.1	80	70	
5	2999.9	20	-70	6000.0	60	-10	
6	3000.0	60	-10	6000.0	50	0	
7	3000.0	60	-10	6000.0	60	-10	
8	3000.0	60	-10	6000.0	50	0	
9	3000.0	50	0	5999.9	30	-80	
10	2999.9	20	-70	6000.0	50	0	
Diferencia Máxima			70	Diferencia Máxima			150
Error Máximo Permissible			300.0	Error Máximo Permissible			300.0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	1	5
3		4

Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	14.0 °C	14.1 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1		1.0	50	0		1999.9	20	-70	-70	
2		1.0	50	0		2000.0	60	-10	-10	
3	1.0	1.0	40	10	2000.0	2000.0	40	10	0	
4		1.0	50	0		2000.0	50	0	0	
5		1.0	50	0		1999.9	30	-80	-80	
* Valor entre 0 y 10e					Error máximo permissible					300.0

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

☎ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 054 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	14.6 ± C	14.6 ± C
Humedad Relativa	36%	36%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 1kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0728-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	T-1774-2021

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 054 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente **0219-2022**
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 **6200 g**
 - División de escala (d) **0.1 g**
 - Div. de verificación (e) **0.1 g**
 - Clase de exactitud **III**
 - Marca **OHAUS**
 - Modelo **NVT6201ZH**
 - Número de Serie **8341346471**
 - Capacidad mínima **2.0 g**
 - Procedencia **U.S.A.**
 - Identificación **NO INDICA**
5. Fecha de Calibración **2022-02-04**

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
2022-02-05

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 055 - 2022

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	14.0 °C	14.1 °C

Carga L (g)	l (g)	CRECIENTES			E _c (g)	DECRECIENTES			e.m.p** (± g)
		ΔL (g)	E (g)	E _c (g)		l (g)	ΔL (g)	E (g)	
10	10	0.8	-0.3						
20	20	0.6	-0.1	0.2	20	0.5	0.0	0.3	1.0
100	100	0.4	0.1	0.4	100	0.6	-0.1	0.2	1.0
500	500	0.9	-0.4	-0.1	500	0.4	0.1	0.4	2.0
1,000	1,000	0.5	0.0	0.3	1,000	0.8	-0.3	0.0	2.0
5,000	5,000	0.6	-0.1	0.2	5,000	0.9	-0.4	-0.1	3.0
10,000	10,000	0.5	0.0	0.3	10,000	0.5	0.0	0.3	3.0
15,000	15,000	0.2	0.3	0.6	15,000	0.2	0.3	0.6	3.0
20,000	20,000	0.3	0.2	0.5	20,000	0.6	-0.1	0.2	3.0
25,000	25,001	0.3	1.2	1.5	25,000	0.5	0.0	0.3	3.0
30,000	30,000	0.5	0.0	0.3	30,000	0.5	0.0	0.3	3.0

** error máximo permisible

Legenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(1.1560000 \text{ g}^2 + 0.00000002348 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000329 R$$

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%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

☑ Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
📌 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 055 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	14.0 °C	14.1 °C

Medición Nº	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g			
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	15,000	0.4	0.1	30,000	0.5	0.0	
2	14,999	0.3	-0.8	30,000	0.5	0.0	
3	15,000	0.6	-0.1	29,999	0.3	-0.8	
4	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.4	0.1	
5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0	
6	15,000	3.4	-2.9	30,000	0.5	0.0	
7	15,000	0.3	0.2	30,000	0.4	0.1	
8	14,999	0.3	-0.8	30,000	0.5	0.0	
9	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0	
10	15,000	0.5	0.0	29,999	0.3	-0.8	
Diferencia Máxima			3.1	Diferencia Máxima			0.9
Error Máximo Permissible			± 3.0	Error Máximo Permissible			± 3.0

ENSAYO DE EXCENRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	14.0 °C	14.1 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1		10	0.5	0.0	10,000	10,000	0.8	-0.3	-0.3
2		10	5.0	-4.5	10,000	10,000	0.5	0.0	4.5
3	10 g	10	0.6	-0.1	10,000	10,000	0.9	-0.4	-0.3
4		10	0.5	0.0	10,000	10,000	0.2	0.3	0.3
5		10	0.5	0.0	10,000	10,000	0.3	0.2	0.2
Error máximo permisible									± 3.0

* Valor entre 0 y 10e



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 055 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	14.6 °C	14.6 °C
Humedad Relativa	36%	36%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PESAS DE 1-2-2.5 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0726-2021
METROIL	PESAS DE 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0687-2021
METROIL	PESAS DE 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0688-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 055 - 2022

Area de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0219-2022
2. Solicitante	TRIPLE GEO EIRL
3. Dirección	LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRONICA
Capacidad Máxima	30000 g
División de escala (d)	1 g
Div. de verificación (e)	1 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	R21PE30ZH
Número de Serie	8341160148
Capacidad mínima	20 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2022-02-04

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

2022-02-05

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC



Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 012 - 2021

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	500	499.6	498.8	499.3	499.3
20	1000	1001.0	1000.2	1000.6	1000.6
30	1500	1500.6	1499.9	1500.7	1500.4
40	2000	2002.1	2001.9	2004.8	2003.1
50	2500	2500.4	2499.5	2500.4	2500.2
60	3000	3000.9	2998.8	2999.8	2999.8
70	3500	3501.1	3499.0	3499.7	3499.8
80	4000	4001.3	3999.3	3999.9	4000.1
90	4500	4501.8	4499.4	4500.1	4500.4
100	5000	5002.7	4999.6	5000.4	5000.6
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
500	0.14	0.16	-0.12	0.02	0.35
1000	-0.06	0.08	-0.03	0.01	0.34
1500	-0.03	0.05	-0.03	0.01	0.34
2000	-0.15	0.14	-0.07	0.01	0.35
2500	-0.01	0.04	-0.04	0.00	0.34
3000	0.01	0.07	-0.03	0.00	0.34
3500	0.00	0.06	-0.01	0.00	0.34
4000	0.00	0.05	-0.02	0.00	0.34
4500	-0.01	0.05	-0.02	0.00	0.34
5000	-0.01	0.06	0.00	0.00	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0.00 %
---	--------



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

☎ 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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 012 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Fuerza de CALIBRATEC S.A.C.
Avenida Chillón Lote 50-B - Comas - Lima - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.8 °C	21.8 °C
Humedad Relativa	56 % HR	56 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002. Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE-038-21 B

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 012 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	0193-2021
2. Solicitante	TRIPLE GEO EIRL
3. Dirección	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO PUNO PUNO - PUNO
4. Equipo	PRENSA DE ENSAYO CBR
Capacidad	5000 kgf
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-CBR
Número de Serie	1135
Procedencia	PERU
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	WEIGHING INDICATOR
Modelo	NLD-SS LCD
Número de Serie	DVL2020082731
Resolución	0.1 kgf
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2021-05-27

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

2021-05-27

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Anexo 7: Panel fotográfico



Descripción: Apertura de calicata C - 1



Descripción: cuantificación de la C^{0Q0} y C^0 para adición.



Descripción: compactación en el ensayo de Proctor modificado



Descripción: preparación de muestras compactas para el ensayo de CBR