



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Mejoramiento de Subrasante con Adición de Cenizas de Lenteja de
Agua y Cemento en la Avenida La Huayrana, Juliaca 2022

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

AUTOR:

Cotrado Ticona, Hugo (<https://orcid.org/0000-0002-9303-8520>)

ASESOR:

Ing. Olarte Pinares, Jorge Richard (<https://orcid.org/0000-0001-5699-1323>)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mi esposita Eulalia, a mis hijos Gabriel Jacob y Helen Ruth, quienes fueron el mayor motivo de mi superación.

Hugo Cotrado Ticona

Agradecimiento

A Dios, a mi esposita Eulalia, a mis padres Adrián e Ismena María y hermanos. A mi mamá Juana y los hermanos de mi esposita. A mis ahijados, compadres y los hermanos de la IASD, a todos ellos agradecerles por su apoyo en los momentos que más necesitábamos.

Hugo Cotrado Ticona

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación	15
3.2. Variables y operacionalización	16
3.3. Población, muestra y muestreo	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
3.5. Procedimientos	19
3.6. Método de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos éticos.....	25
IV. RESULTADOS.....	26
Descripción de la zona de estudio.....	26
V. DISCUSIÓN	42
VI. CONCLUSIONES	45
VII. RECOMENDACIONES.....	46
REFERENCIAS.....	47
ANEXOS.....	54

Índice de tablas

Tabla 1. Dimensión de las partículas de diferentes tipos de suelos.....	9
Tabla 2. Características químicas de la ceniza de lenteja de agua	28
Tabla 3. Características físicas de la ceniza de lenteja de agua.....	28
Tabla 4. Análisis granulométrico de la calicata C-1 (km 0+200)	29
Tabla 5. Análisis granulométrico de la calicata C-2 (km 0+500)	30
Tabla 6. Análisis granulométrico de la calicata C-3 (km 0+800)	31
Tabla 7. Resumen de resultados de límites de consistencia.....	33
Tabla 8. Resumen de resultados de Californian Bearing Ratio.....	34
Tabla 9 Variación de resultados de IP y CBR en relación al suelo natural	36
Tabla 10. Comprobación de normalidad de los datos	37
Tabla 11. Análisis de varianza para el IP.....	38
Tabla 12. Comparación en parejas.....	38
Tabla 13. Análisis de varianza para el valor de soporte California.....	39
Tabla 14. Comparación en parejas.....	39
Tabla 15. Comparación en parejas.....	40
Tabla 16. Variación en la estabilización de subrasante.....	41

Índice de figuras

Figura 1. Lenteja de agua en el Titicaca	8
Figura 2. Cuchara de Casagrande	10
Figura 3. Límite plástico	10
Figura 4. Compactación en laboratorio	11
Figura 5. Molde de Californian Bearing Ratio	12
Figura 6. Estructura de un pavimento	12
Figura 7. La distribución de la carga de tráfico que actúa sobre la subrasante. ...	13
Figura 8. Estabilización mecánica.....	14
Figura 9. Excavación de la calicata C-1 (km 0+200)	19
Figura 10. Obtención de la lenteja de agua de las riberas del Lago Titicaca.....	20
Figura 11. Cuarteo de la muestra de suelo de subrasante.....	20
Figura 12. Lavado de muestra a través del tamiz N° 200.....	21
Figura 13. Ensayo de límite líquido.....	21
Figura 14. Ensayo de Proctor modificado.....	22
Figura 15. Ensayo de valor de soporte California.....	23
Figura 16. Flujograma de la investigación	24
Figura 17. La región de Puno en el Perú	26
Figura 18. Mapa de la provincia de San Román y del distrito de Juliaca.....	26
Figura 19. Análisis químico de la ceniza de lenteja de agua.....	27
Figura 20. Ubicación de las calicatas C-1, C-2 y C-3 de la avenida La Huayrana	29
Figura 21. Curva granulométrica de la calicata C-1	30
Figura 22. Curva granulométrica de la calicata C-2	31
Figura 23. Curva granulométrica de la calicata C-3	32
Figura 24. Obtención del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad	32
Figura 25. Resumen de resultados de límites de consistencia	33
Figura 26. Obtención de la capacidad de soporte CBR	34
Figura 27. Resumen de resultados de Californian Bearing Ratio	35
Figura 28. Adición de la ceniza de lenteja de agua y cemento al suelo.....	35
Figura 29. Resumen de resultados de la adición de 3%CLA+2%C y 5% de cemento	36

Resumen

Este estudio tiene como objetivo mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante de la avenida La Huayrana entre las progresivas Km 0+000 - Km 1+000, la metodología empleada en este estudio es de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y diseño experimental, la población estuvo constituido por toda la subrasante de la avenida La Huayrana y la muestra fueron 3 calicatas ubicadas entre las progresivas Km 0+000 y Km 1+000. Los resultados conseguidos mostraron que con la adición de 4.5%CLA+0.5%C, 4%CLA+1%C, 3%CLA+2%C y 5%C los datos de capacidad de soporte se incrementaron de 4.40% a 7.63%, 9.4% y 15.37% respectivamente y los valores de índice de plasticidad disminuyeron de 10.97% a 10.33%, 9.73% y 8.43% respectivamente. Llegando a la conclusión de que la adición de ceniza de lenteja de agua y cemento mejora las propiedades físico-mecánicas de la subrasante de la avenida la Huayrana, puesto que con la adición de 3% de ceniza de lenteja de agua y 2% de cemento se consiguió incrementar el CBR al 95% de la MDS de 4.40% a 15.37% y reducir el índice de plasticidad de 10.97% a 8.43%.

Palabras clave: Ceniza, lenteja de agua, estabilización, subrasante.

Abstract

This study aims to improve the physical and mechanical properties of the subsurface soil of La Huayrana avenue between the progressive Km 0+000 - Km 1+000, the methodology used in this study is of an applied type, quantitative approach and experimental design, The population consisted of the entire subgrade of La Huayrana Avenue and the sample consisted of 3 test pits located between the progressive Km 0+000 and Km 1+000. The results obtained showed that with the addition of 4.5%CLA+0.5%C, 4%CLA+1%C, 3%CLA+2%C and 5%C, the support capacity data increased from 4.40% to 7.63%, 9.4% and 15.37% respectively and the plasticity index values decreased from 10.97% to 10.33%, 9.73% and 8.43% respectively. Concluding that the addition of duckweed ash and cement improves the physical-mechanical properties of the Huayrana Avenue subgrade, since with the addition of 3% duckweed ash and 2% cement the CBR will be increased to 95% of the MDS from 4.40% to 15.37% and the plasticity index will be reduced from 10.97% to 8.43%.

Keywords: Ash, duckweed, stabilization, subgrade.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el aumento poblacional, el constante desarrollo de las ciudades y el incremento de las labores de construcción, ocasionaron el déficit de suelos adecuados para la construcción de estructuras. El mejoramiento de los suelos subyacentes con insumos químicos ayuda a la estabilización de los suelos. La cal, el cemento, la escoria, las cenizas volantes son de los insumos químicos usados habitualmente [1].

En los países de Sudamérica la problemática vinculada con las labores de construcción en suelos arcillosos y expansivos fueron documentados de forma adecuada, por lo que se elaboraron múltiples formas de mejoramiento de suelos, estabilizantes como la cal y el cemento fueron los estabilizantes de origen industrial más usados, estos materiales modifican tanto las propiedades físicas como mecánicas, gracias a sus capacidades puzolánicas y su reacción a la hidratación [2].

Desde hace años se viene utilizando aditivos sostenibles para el mejoramiento de suelos, esto con la finalidad de las características de los suelos problemáticos donde se conforman vías, los suelos arcillosos generan múltiples problemas a consecuencia de su baja resistencia y su alta expansividad, estas características ocasionan que cuando es sometido a cargas se produzcan asentamientos; por lo que resulta fundamental mejorar estas características a través de la estabilización, para que los suelos puedan dar respuestas satisfactorias a eventos cada vez más severos [3].

La vida útil de los pavimentos está vinculada estrechamente a las características del suelo de subrasante, los materiales sobre los que se conforma una vía no siempre satisfacen estos requerimientos; por lo que se necesita alterar estos materiales para transformarlos en materiales eficientes, mejorar los suelos problemáticos con materiales de desecho con propiedades puzolánicas podría ser una alternativa adecuada [4].

De acuerdo al índice de competitividad de infraestructura vial, el Perú se ubica por debajo del promedio de los países evaluados, este problema se aprecia generalmente en las carreteras interprovinciales, por lo que resulta necesario

mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo donde se construyen las carreteras mediante metodologías adecuadas y con materiales sostenibles. Las carreteras nacionales presentan suelos que no cumplen con la demanda de uso, lo que origina la deterioración de la vía y debido a que no se cuenta con materiales de buenas características se sigue buscando materiales que replacen a aditivos tradicionales como la cal y el cemento [5]. El manual de carreteras del MTC (2013) no considera en su contenido los materiales recientemente usados para la estabilización de suelos, por lo que la documentación de estos nuevos materiales y metodologías deben ser registrados [6].

En el Departamento de Puno, Provincia de San Román, Distrito de Juliaca, se encuentra una de las vías trascendentales conocida como Avenida La Huayrana, debido a que conecta diversas urbanizaciones aledañas al Aeropuerto Internacional Manco Cápac. A consecuencia del incremento del flujo vehicular, la mencionada avenida, presenta pésimas características del suelo y junto a las condiciones climáticas naturales de la zona, la vía empieza a mostrar lo arcilloso y expansivo que es el suelo; debido a su deterioro se requiere el mejoramiento de las características geotécnicas de la subrasante. Este estudio propone el uso de la mezcla adecuada de cemento y cenizas de lenteja de agua, para el mejoramiento físico – mecánico de la subrasante de la Avenida La Huayrana entre las progresivas Km 0+000 al Km 1+000.

De lo mencionado, se planteó como problema general: ¿De qué manera se puede estabilizar la subrasante de la avenida La Huayrana entre las progresivas Km 0+000 - 1+000, Juliaca - Puno, con la adición de ceniza de lenteja de agua y cemento?, asimismo se tiene como primer problema específico: ¿Cómo se podría reducir el índice de plasticidad del suelo de subrasante de la avenida La Huayrana, Juliaca-Puno?, como segundo problema específico: ¿De qué forma se podría elevar la capacidad de soporte del suelo de subrasante de la avenida La Huayrana, Juliaca-Puno?, y como tercer problema específico: ¿Cómo se podría reducir el uso de cemento en la estabilización de subrasante de la avenida La Huayrana, Juliaca-Puno?.

Este estudio brindará la alternativa para solucionar los problemas de subrasante mejorando su capacidad físico - mecánico, haciendo uso de teorías como la

consolidación de suelos, razón por la cual se justifica de forma teórica, se justifica de manera práctica debido a que los resultados que se obtendrán en este estudio pueden ser empleados para el mejoramiento de suelos de la subrasante de la avenida La Huayrana. Este estudio se justifica de forma social debido a que con el mejoramiento de la infraestructura vial se logra que actividades de trabajo, educación, salud y comercio se realicen de manera continua; asimismo se justifica ambientalmente debido a que se podría reducir el empleo de cemento, reemplazándolo con materiales que requieren menos tratamiento como es el caso de las cenizas proveniente de la calcinación de la lenteja de agua y finalmente se justifica de forma práctica debido a que los resultados que se obtendrán en este estudio podrán ser empleados para el mejoramiento de suelos de la subrasante de la avenida La Huayrana

En este estudio se formuló como objetivo general: mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante de la avenida La Huayrana entre las progresivas Km 0+000 + Km 1+000. Tiene como objetivos específicos: Primero, disminuir el índice de plasticidad del suelo de subrasante mediante la adición de la mezcla de ceniza de lenteja de agua y cemento, segundo, mejorar la capacidad de soporte del suelo de subrasante mediante la adición de la mezcla de cenizas de lenteja de agua y cemento, tercero, reducir el uso de cemento en la estabilización de subrasante mediante la adición de porcentajes de ceniza de lenteja de agua.

Este estudio plantea como hipótesis general: una metodología para mejorar la subrasante de la avenida La Huayrana, sería la estabilización del suelo de subrasante mediante la adición de ceniza de lenteja de agua y cemento y como hipótesis específicas: primero, una alternativa técnica para disminuir el índice de plasticidad del suelo de subrasante sería mediante la adición de cenizas de lenteja de agua y cemento, segundo, una alternativa técnica para mejorar la resistencia del suelo de subrasante, sería incrementando la capacidad de soporte mediante la adición de cenizas de lenteja de agua y cemento, y tercero, una alternativa técnica para reducir el uso del cemento en la estabilización de subrasantes sería mediante la adición de porcentajes de ceniza de lenteja de agua en reemplazo del cemento.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales tenemos a Rabi et al. (2021) en su artículo científico que tiene como objetivo determinar el valor CBR del suelo y mezclas de suelo con agregado compactado con cierto contenido de humedad. La metodología es de diseño experimental, la población y muestra estuvo constituida por los suelos de los distritos de Sungai Melayo y Sukadana. Los resultados obtenidos mostraron que el suelo patrón poseía un índice de plasticidad de 5.62%, una densidad seca máxima de 1.12 g/cm³ y un CBR de 2.31% mientras que con la adición de 6% de cemento la densidad seca máxima fue de 1.08 g/cm³ y un CBR de 14.2%, con la adición de 10% de cemento la densidad seca máxima fue de 1.06 g/cm³ y el CBR de 20.01%. Concluyendo que la adición de cemento al suelo tiende a aumentar la capacidad de carga del suelo. Es porque el cemento puede funcionar como un aglutinante entre las partículas del suelo con los compuestos químicos contenidos en el cemento [7].

Mientras que Gupta, Arora y Biswas (2017) en su investigación que contó como propósito mejorar la resistencia, durabilidad e inmovilizar los contaminantes del suelo dragado contaminado usando mezclas de ceniza de fondo (CF) y cemento (C). La metodología del mencionado estudio fue de diseño experimental y enfoque cuantitativo. De acuerdo a sus resultados conseguidos se observó que al adicionar 4%, 6%, 8%, 10%, 12%, 16% y 20% obtuvo valores de CBR de 11.52%, 12.92%, 15.01%, 17.88%, 22.35%, 26.36% y 30.56% respectivamente, mientras que cuando realizaron dosificaciones de 2%C+2%CF, 3%C+3%CF, 4%C+4%CF, 5%C+5%CF, 6%C+6%CF, 8%C+8%CF y 10%C+10%CF obtuvieron valores de CBR de 2.87%, 5.91%, 13.00%, 15.28%, 17.79%, 20.39% y 26.29% respectivamente. Llegando a la conclusión de que la sustitución parcial de las cenizas de fondo por cemento fue eficaz para mejorar la resistencia del suelo dragado. El diseño estructural, es decir, el espesor de las capas sobre la subrasante en el sistema de pavimentos de carreteras, está controlado por las propiedades de resistencia de la subrasante [8].

Ramonu et al. (2018) en su investigación que tuvo como propósito evaluar la incidencia de la ceniza de cáscara de ñame en las características del suelo de subrasante. Respecto a la metodología el artículo científico fue de diseño experimental y enfoque cuantitativo. Con la adición de cáscara de ñame en

porcentajes de 3%, 6%, 9% y 12% el índice de plasticidad disminuyó de 35.37% a 20.01%, 24.2%, 20.55% y 18.61% respectivamente, en cambio el valor de soporte California aumentó de 29% a 38%, 40%, 32% y 30% respectivamente. Los autores llegaron a la conclusión que la aplicación de ceniza de cáscara de ñame mejora significativamente las características geotécnicas de la subrasante, por lo que puede ser empleado como un agente estabilizador no común para la construcción de obras viales [9].

Rai et al. (2021) en su artículo científico que tuvo como objetivo determinar la influencia de las cenizas volantes y el cemento en la estabilización del suelo de subrasante y hacer el trabajo de estabilización sea más económico. La metodología fue de diseño experimental. Los resultados demostraron que el índice de plasticidad del suelo patrón fue de 10% mientras que con la mezcla de 5% de ceniza volante (FA) y 2% de cemento (OPC) fue de 10.87%, con la adición de 10%FA y 4% de OPC fue de 9.13% y con la adición de 15%FA y 6% de OPC fue de 9.72%, mientras que los valores de densidad seca máxima fueron de 2.13gr/cm³, 2.21 gr/cm³, 2.28 gr/cm³, 2.37 gr/cm³ y 2.41 gr/cm³ respectivamente, mientras que los valores de CBR fueron de 2.9%, 4.6%, 6.67%, 8.23% y 10.12%. Concluyendo que, con el aumento del contenido de cenizas volantes y cemento, aumenta el valor CBR del suelo, debido a que el valor de CBR del suelo no tratado fue solo 2.9%; sin embargo, con la adición de cenizas volantes y cemento, el valor de CBR aumentó a 10.12% [10].

Por su parte Jain, Choudary y Jha (2020) en su estudio que tuvo como propósito calcular la incidencia de la aplicación de cenizas de cáscara de arroz, sobre las propiedades geotécnicas de un suelo de subrasante. Respecto a la metodología fue de diseño experimental para lo cual se realizaron diversos ensayos de mecánica de suelos. Con la adición de cenizas de cáscara de arroz en 5%, 10%, 15% y 20% de cenizas de cáscara de arroz la relación de rodamiento California aumentó de 1.24% a 2.510%, 4.430%, 6.440% y 7.680% consecutivamente. Los autores llegaron a la conclusión de que la aplicación de porcentajes adecuados de ceniza de cáscara de arroz mejora la expansión del suelo expansivo e incrementa la resistencia del suelo haciéndolo más estable [11].

Putri et al. (2020) en su artículo de investigación que tuvo como propósito mejorar las propiedades de ingeniería del suelo de turba obtenido de Rimbo Panjang, mediante el uso de materiales livianos como bagazo y ceniza de aserrín mezclados con cemento Portland, como metodología el estudio fue de diseño experimental y enfoque cuantitativo, los resultados mostraron que el suelo no estabilizado contaba con un CBR de 4.5%, no obstante cuando se realizó la aplicación de ceniza de bagazo (CB) y cemento Portland (PC) en proporciones de 15%PC+10%CB, 15%PC+20%CB y 15%PC+30%CB, los valores de soporte California variaron a 4.16%, 4.56% y 4.16% respectivamente, donde se llegó a la conclusión de que un aumento en el valor de la densidad seca, el valor de CBR y la resistencia a la compresión no confinada del suelo de turba para todas las mezclas de cenizas y cemento Portland y que la adición de ceniza de bagazo da mejores resultados que la ceniza de aserrín en la estabilización del suelo de turba [12].

Amu et al. (2021) quienes elaboraron un artículo científico con el propósito de establecer la incidencia de la ceniza de maní en suelos arcillosos estabilizados con cal para la conformación de vías, la metodología utilizada en dicha investigación fue de enfoque cuantitativo y diseño experimental. Según los resultados el suelo no estabilizado poseía una densidad seca de 1.59 gr/cm³, pero al realizar la aplicación de ceniza de maní en porcentajes de 2%, 4% y 6% la densidad decreció a 1.435 gr/cm³, 1.385 gr/cm³ y 1.350 gr/cm³ consecutivamente; además el valor de soporte California del terreno natural fue de 3%, pero al adicionar 2%, 4% y 6% de ceniza de maní el CBR aumentó a 5%, 10% y 5% respectivamente. Los investigadores llegaron a la conclusión de que el uso de ceniza de maní mejora las características geotécnicas de la subrasante, pues se redujo la plasticidad y se incrementó la resistencia del suelo [13].

Como antecedentes nacionales poseemos a Cruz (2021) en su tesis de pregrado que tuvo como evaluar la influencia del cemento en las propiedades físico - mecánicas de subrasante en caminos vecinales. La metodología es de diseño cuantitativo experimental. La metodología fue de tipo aplicada y diseño cuasiexperimental, la población estuvo constituida por toda la vía Quinsachata – Laripata, mientras que la muestra fue extraída de la progresiva 2+000. Los resultados denotaron que el suelo no modificado índice de plasticidad de 24.30%,

mientras con la adición de 6%, 8% y 10% de cemento portland disminuyó a 19.66%, 15.21% y 7.85% respectivamente, asimismo el valor de soporte California del suelo natural fue de 45.7%, sin embargo con la incorporación de 6%, 8% y 10% de cemento Portland el CBR se incrementó a 50.9%, 55.0% y 59.1% respectivamente. Concluyendo que la adición cemento en porcentajes de 6%, 8% y 10% si influyen significativamente sobre las propiedades físico mecánicas del suelo de subrasante del camino vecinal Quinsachata – Laripata [14].

Rodrigo y Yucra (2022) en su tesis de pregrado que tuvo como objetivo analizar la influencia de las cenizas del fruto del eucalipto y cemento en las capacidades de la subrasante de la vía Raqayraqayniyuq – Huacoto. La metodología empleada fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño cuasi experimental y nivel explicativo, la población estuvo constituida por la vía Raqayraqayniyuq – Huacoto de donde se tomó como muestra 4 kilómetros. Los resultados denotaron que el suelo no modificado poseía un índice de plasticidad de 13.82%, mientras que con la adición de 1.5%, 2% y 3% de cemento este valor decreció a 11.03%, 9.5% y 6.13% respectivamente, mientras que el valor de CBR del suelo natural fue de 4.88%, sin embargo con la adición de 1.5%, 2% y 3% de cemento este valor se incrementó a 8.3%, 10.25% y 13.95% respectivamente. Concluyendo que la adición de cemento mejora el valor de soporte California del suelo subyacente debido a que cambio de malo a bueno la clasificación de la subrasante [15].

Velasquez (2018) en su tesis que tuvo como objetivo determinar la incidencia del cemento sobre el mejoramiento de un suelo arcilloso en la subrasante de la avenida Dinamarca. La metodología empleada en dicho estudio fue de tipo aplicada, de corte experimental y enfoque cuantitativo, la población estuvo constituida por toda la avenida Dinamarca, de donde se extrajo cuatro muestras de suelo. Los resultados denotaron que el terreno no modificado poseía un índice de plasticidad de 44%, no obstante con la adición de 1%, 3% y 5% de cemento Portland tipo I, el IP decreció a 36%, 23% y 15% respectivamente, respecto al CBR se observó que el suelo natural poseía un CBR al 95% de la MDS de 1.30%, mientras que con la adición de 1%, 3% y 5% de cemento Portland tipo I, este valor se incrementó a 3.50%, 6.63% y 13.75%. Llegando a la conclusión la incorporación de cemento

Portland tipo I mejoró el índice de plasticidad, índice de contracción y CBR del suelo de subrasante, categorizándola como “buena” [16].

Como bases teóricas tenemos: La ceniza es un producto de contextura sólida y de grano fino producto de la calcinación de materiales, mediante distintos procedimientos, el cual por su finura puede ser trasladado por el aire, es de color gris originado por la combustión, este material está constituido generalmente por óxidos metálicos, sílice y otras sustancias. Asimismo es un polvo grisáceo que deja un proceso de combustión [17].

La lenteja de agua es una especie de planta que posee flores de un solo sexo, la flor masculina está compuesta por un solo estambre y la flor femenina está constituida por un pistilo formado por un solo carpelo. No cuenta con periantio, sus flores se originan de una hendidura situada en el borde las hojas dentro de una bráctea conocida como espata, no muy raro en las especies del orden arales, su fruto suele contener de una a cuatro semillas [18].



Figura 1. Lenteja de agua en el Titicaca

Fuente: Canales [19]

El cemento Portland se puede emplear para el perfeccionamiento de las capacidades de un suelo, o alterarlo para otorgar mejor capacidad mecánica y durabilidad a un suelo. El porcentaje de incorporación de cemento dependerá de si el suelo se va a modificar o estabilizar. El cemento Portland es cemento hidráulico

que se obtiene calentando una mezcla de piedra caliza y arcilla en un horno y pulverizando el material resultante [20].

El suelo es un sedimento no consolidado de partículas, producto de la disgregación de rocas, este material suele ser transportado por agua, por el hielo e incluso por el viento. Los estudios de mecánica de suelos ayudan a conocer las capacidades físicas y mecánicas del suelo donde se pretende realizar una construcción [21].

La clasificación SUCS y AASHTO son sistemas que sirven para caracterizar el suelo en grupos, se toman en cuenta propiedades como la dimensión de las partículas, textura, su peso volumétrico, consistencia, etc. A nivel mundial existen diversos métodos de clasificación de suelos como el Sistema de Clasificación de suelos de Australia, Sistema Canadiense de Clasificación de Suelos, no obstante los métodos de clasificación mayormente usados en el mundos son el sistema SUCS y AASHTO por la facilidad y sencillez de aplicación. [22].

Las capacidades físicas de los suelos abordan la textura del suelo, su peso específico, la capacidad de almacenamiento de agua, cantidad de materia orgánica, composición del suelo, el color, olor, consistencia, entre otros [23].

El test de análisis granulométrico es muy empleado para determinar la distribución de las dimensiones de las partículas de suelo, para lo cual generalmente suelen usarse mallas de distintas dimensiones, este ensayo justo a los límites de Atterberg son muy utilizados para la clasificación de los suelos [24].

Tabla 1. *Dimensión de las partículas de diferentes tipos de suelos*

Suelo	Tamaño
Grava	>4.75 mm
Arena gruesa	4.75mm - 2.00 mm
Arena mediana	2.0 mm
Arena fina	0.425 - 0.075 mm
Limo	0.075 - 0.005 mm
Arcilla	< a 0.005 mm

Nota. Obtenido “Manual de Carreteras”, por el MTC [24]

El porcentaje de agua en el que el suelo pasante del tamiz N° 40 deja de poseer una consistencia líquida se denomina límite líquido, conceptualizada como el valor

del contenido de agua que se necesitan 25 golpes para que el suelo humedecido cierre una ranura de un tamaño específico, el cual se consigue utilizando la cuchara de Casagrande donde se coloca la pasta de suelo humedecido, en la que se hace una ranura en medio, la taza se deja caer sobre una base de goma [25].



Figura 2. Cuchara de Casagrande

Fuente: Galindo, Lara y Guillán [26]

Atterberg propuso el límite plástico por laminado manual, el cual sirve para establecer la transición del punto plástico/frágil, el cual se consigue extendiendo un hilo de barro encima de una placa de vidrio hasta lograr que posean un espesor de tres milímetros y que exista presencia de fisuras [27].



Figura 3. Límite plástico

Fuente: Joe y Rajesh [28]

Se conoce como índice de plasticidad a la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, a menudo utilizado como índice de trabajabilidad del suelo. La sensibilidad a la deformación plástica aumenta con el aumento del valor de plasticidad; cuanto menor sea el valor, menor deformación presentará el suelo. Si el valor de plasticidad es elevado entonces el ángulo de fricción será mínimo en suelos con presencia de arena, existe literatura en el que se intentó establecer correlaciones

entre el índice de plasticidad con la capacidad de carga de los suelos, donde indican que este indicador solo ofrece información sobre valores de resistencia pésimos [29].

De acuerdo a Huaquisto [30] se conocen como características mecánicas del suelo al comportamiento que ofrece un suelo cuando se le aplican cargas externas.

La evaluación de los parámetros de compactación de laboratorio, es decir, el peso unitario seco máximo y el contenido de humedad óptimo de un suelo, es una labor primordial para realizar el control de la compactación en obra en la conservación de vías. El cálculo en laboratorio de los indicadores de compactación necesita de un periodo y un esfuerzo, que de acuerdo a últimas investigaciones se podrían reducir haciendo uso de correlaciones empíricas en las primeras fases del proyecto [31].



Figura 4. Compactación en laboratorio

Fuente: Mahardika et al. [32]

En el campo de la mecánica de suelos, la relación de carga de California (CBR) es un parámetro de inmensa importancia, este parámetro suele utilizarse para expresar la resistencia de los materiales de la subrasante del pavimento con respecto a la resistencia al aplastamiento de las rocas estándar. Los valores de soporte se utilizan para el diseño de los espesores de la capa de un pavimento en vías férreas y carreteras, es un parámetro fundamental en el ámbito de la infraestructura vial, que nos faculta analizar las condiciones y los riesgos geotécnicos que pueden presentarse y reducir las futuras fallas y ofrecer una alternativa de estabilización y un mejoramiento en el diseño [33].

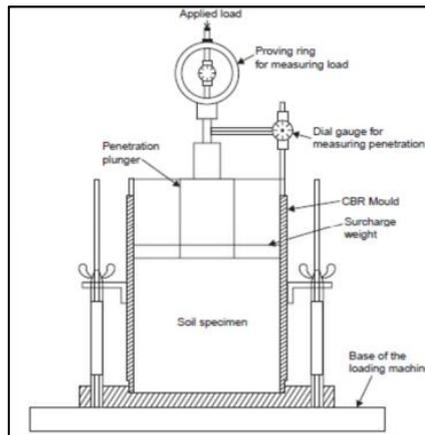


Figura 5. Molde de Californian Bearing Ratio

Fuente: Kumar [34]

El suelo compactado donde se apoya el pavimento es denominado subrasante, generalmente conformado con suelo local, las propiedades geotécnicas con las que cuenta esta capa son de suma importancia para el diseño de un pavimento, pues el suelo es muy variable según su ubicación geográfica o su génesis, las características de los suelos son particulares en cada región, por lo que las metodologías de estabilización de subrasante son una tarea fundamental [35].

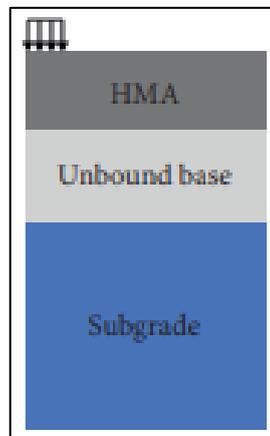


Figura 6. Estructura de un pavimento

Fuente: Huang et al. [36]

Se define como estabilización de subrasante al perfeccionamiento de las capacidades de un suelo donde se apoya el pavimento, existen diversas metodologías para el mejoramiento de suelos, lo cuales suelen clasificarse en estabilizaciones mecánicas, químicas y físicas, el ámbito de la infraestructura vial suele utilizarse mayormente insumos químicos como las cenizas volantes, cal o cemento. Actualmente se utilizan diversos insumos químicos provenientes de

desechos por diversas actividades, estos insumos reemplazan a los estabilizantes comunes y se ayuda a disminuir el problema que causa la producción de estabilizantes tradicionales, mientras que se mejoran las propiedades geotécnicas de los suelos [37].

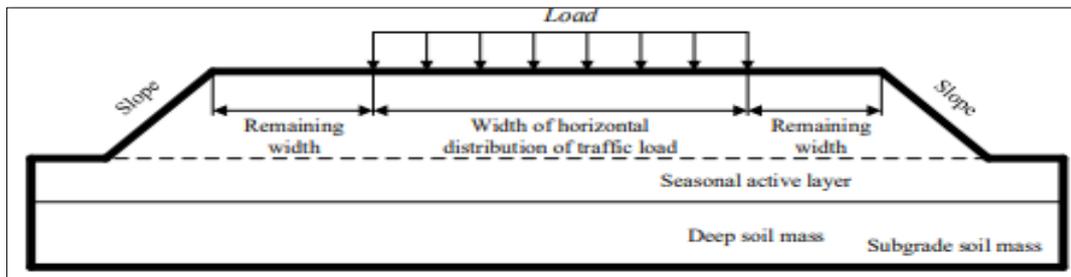


Figura 7. La distribución de la carga de tráfico que actúa sobre la subrasante.

Fuente. Cheng, Shi y Zu [38]

Uno de los tipos de estabilización es la estabilización mecánica que se emplea con el fin de elevar las capacidades geotécnicas de los suelos, reduciendo los poros que suele contener el suelo, para lo cual se hace uso de la aplicación de cargas mediante la compactación, como la utilización de rodillos, apisonadores y la técnica de granallado, en este mejoramiento se hace la mezcla o combinación de varios suelo, teniendo como propósito obtener un suelo con mejores características con la combinación de husos granulométricos [39].

Otro tipo de estabilización es la estabilización física, el cual consiste en la conglomeración de suelos, que contengan distinta dimensión de partículas, para obtener una calidad de suelo que satisfagan las especificaciones requeridas, para luego ser densificadas mediante trabajos de compactación con la cantidad de agua establecida con el test de Proctor, los parámetros que más inciden en el comportamiento de una subrasante el composición mineralógica de un suelo y su distribución de tamaños, al mejorar estos parámetros se pueden perfeccionar algunas cualidades del suelo con el fin de obtener un mejor suelo [40].



Figura 8. Estabilización mecánica

Fuente: Arshad et al. [41]

Mientras que la estabilización química consiste en la utilización de insumos químicos con el propósito de otorgar una mejor aglomeración de partículas y una mayor resistencia del suelo, para este método usualmente se emplean cal, cemento sales y cenizas [42].

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Aplicada

Los estudios de tipo aplicada poseen la finalidad de brindar alternativas de soluciones a problemáticas precisas, además se centra en obtener un objetivo con un fin práctico, para lo cual se emplean o aplican teorías ya establecidas en la literatura [43].

Para este estudio el tipo de metodología fue aplicada, ya que en la presente investigación se realizó la aplicación de fundamentaciones teóricas con la finalidad de brindar una alternativa de solución en el mejoramiento de subrasantes haciendo uso de mezclas de cemento y ceniza de lenteja de agua.

Enfoque de investigación: Cuantitativo

Las investigaciones de enfoque cuantitativo tratan de explicar fenómenos lo más preciso posible, para lo cual hace uso de estadísticas como la contrastación de hipótesis, el proceso es probatorio, secuencial y deductivo en donde los indicadores poseen unidad de medición, es decir son cuantificables [44].

Esta tesis presenta un enfoque cuantitativo, pues se hizo empleo de procedimientos estadísticos para la prueba de hipótesis, además los parámetros estudiados en esta investigación contaban con unidad de medida.

Diseño de investigación: Experimental

El diseño experimental es generalmente empleado en investigaciones de enfoque cuantitativo, uno de los requisitos que deben cumplir los estudios de diseño experimental es que se debe realizar la manipulación de variables, asimismo la investigación debe de contar con un grupo patrón y grupos experimentales [45].

Este estudio es de diseño cuasiexperimental, puesto que en este estudio se realizó la manipulación de las variables ceniza de lenteja de agua y cemento y se observó como incidía en las propiedades físicas y mecánicas del suelo subyacente; es decir se observó el efecto que causa las variables independientes (ceniza de lenteja de agua y cemento) en la variable dependiente.

Para el presente estudio el diseño de estudio fue el cuasi-experimental debido a que se manipuló una variable (cenizas de lenteja de agua y cemento), en distintas proporciones y se realizó la observación del comportamiento de la variable dependiente (mejoramiento de subrasante).

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Adición de cenizas de lenteja de agua y cemento.

Definición conceptual: Se define ceniza al producto de la calcinación de un material y que se encuentra en estado fino, además es un polvo de color gris que es producto del proceso de combustión, este material generalmente se encuentra compuesto de óxidos metálicos, sílice y otros compuestos químicos [17].

Definición operacional: La variable adición de cenizas de lenteja de agua y cemento fue medido a través de mezclas de ambos insumos en proporciones de SN+4.5%CLA+0.5%C, SN+4%CLA+1%C y SN 3%CLA+2%C, además las cenizas de lenteja de agua fueron caracterizadas física y químicamente.

Variable Dependiente: Mejoramiento de subrasante.

Definición conceptual: Se define como estabilización de subrasante al perfeccionamiento de las capacidades de un suelo donde se apoya el pavimento, existen diversas metodologías para el mejoramiento de suelos, lo cuales suelen clasificarse en estabilizaciones mecánicas, químicas y físicas, el ámbito de la infraestructura vial suele utilizarse mayormente insumos químicos como las cenizas volantes, cal o cemento. Actualmente se utilizan diversos insumos químicos provenientes de desechos por diversas actividades, estos insumos reemplazan a los estabilizantes comunes [37].

Definición operacional: La variable mejoramiento de subrasante fue medido mediante sus dimensiones (propiedades físicas y mecánicas) y mediante sus indicadores: Resistencia del suelo y plasticidad del suelo.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Hace referencia al conjunto de sujetos u objetos que cuentan con similares características los cuales pueden ser finitos o infinitos [46].

La población en este estudio estuvo conformada por toda la avenida la Huayrana.

Criterios de inclusión

Se conocen como criterios de inclusión a aquellas cualidades, especificaciones, características relevantes de una población, que son tomadas en cuenta por el investigador para dar respuesta a su problema de estudio [47].

Para este estudio solo se evaluaron suelos de subrasante comprendido entre las progresivas 0+000 – 1+000.

Criterios de exclusión

Se conocen como criterios de exclusión a aquellas cualidades, especificaciones, características relevantes de una población, que no son tomadas en cuenta por el investigador para dar respuesta a su problema de estudio [47].

Para esta investigación se excluyó a todos los tramos diferente al comprendido entre las progresivas Km 0+000 – Km 1+000.

Muestra

La muestra es propiedad fundamental de cualquier investigación de enfoque empírico, en el que el propósito, es realizar inferencias en una población basándose en una muestra, una cualidad fundamental en los estudios que tienen como finalidad realizar inferencias de una población partiendo de una muestra, es recomendable que para realizar inferencias se tome en cuenta que la muestra debe ser aleatoria y de una dimensión considerable, esto con la finalidad de evitar errores y sesgos [48].

Para el desarrollo de la presente tesis la muestra fueron 3 calicatas ubicadas entre las progresivas Km 0+000 – Km 1+000.

Muestreo

El muestreo por conveniencia es una clase de muestreo donde no participa la aleatoriedad ni la probabilística, donde la población analizada y su muestra específica cumplen con algunos criterios como, la voluntad de participar, la accesibilidad, la cercanía, entre otros [49].

El tipo de muestreo que se usó para este estudio será el muestreo por conveniencia debido a que la muestra de la investigación no fue elegida de manera aleatoria.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

La observación directa es cuando el observador está mirando los eventos que suceden frente a sus ojos en el momento en que ocurren, con esta técnica el investigador puede visualizar y obtener los datos necesarios para contestar a su problema de investigación [50].

Como técnica se hizo uso de la observación directa, esto con el fin de observar el comportamiento del suelo cuando se le aplica mezclas de ceniza de lenteja de agua y cemento, además de las características físico-químicas de la ceniza de lenteja de agua.

Instrumentos de recolección de datos

Se definen como los recursos con las que se vale el investigador para extraer datos o información de un fenómeno, los instrumentos de recaudación de datos sintetiza todos la información requerida por el investigador para el estudio de un problema [50].

En este estudio se hizo la recolección de información mediante las fichas de cada uno de los ensayos realizados tanto a la muestra patrón, muestras experimentales y la ceniza de lenteja de agua.

Validez

Se define como las cualidades de los instrumentos al momento de medir un indicador o variable; también es conocida como el potencial de un instrumento para

la recaudación de información que satisfagan los objetivos del estudio, los cuales deben ser validados por profesionales en el área de estudio. [51].

Cada uno de los instrumentos utilizados en este estudio fueron validados por un juicio de expertos.

Confiabilidad de los instrumentos.

Los datos de una investigación son confiables cuando este recauda o brinda datos parecidos, sin importar la cantidad de veces que se haya realizado la medición [52].

Para esta investigación los instrumentos utilizados fueron confiables, pues las fichas de ensayo de laboratorio fueron elaborados de acuerdo a las normativas vigentes del MTC y ASTM, además de que los equipos usados en los test de laboratorio estaban debidamente calibrados.

3.5. Procedimientos

En primer lugar se realizó la visita y reconocimiento del tramo de estudio ubicado en la avenida La Huayarana, lugar donde se realizó el sondeo de tres calicatas situadas entre las progresivas Km 0+000 y Km 1+000. La profundidad excavada para el muestreo fue de 1.50 metros



Figura 9. Excavación de la calicata C-1 (km 0+200)

Para la obtención de las lentejas de agua se viajó a la ciudad de Puno, lugar donde existe una inmensa cantidad de lenteja de agua en las orillas del Lago Titicaca, de

donde se obtuvo y almacenó la lenteja de agua cuidando que no exista la presencia de materiales ajenos a la composición de la lenteja de agua.



Figura 10. Obtención de la lenteja de agua de las riberas del Lago Titicaca

Con el propósito de la calcinación de las cenizas, en primer lugar se secó a la luz del sol las lentejas de agua esto durante un periodo de 7 días, una vez seco este fue trasladada hacia un horno rústico donde se calcinaron las lentejas de agua durante 5 horas y a una temperatura constante de 600°C, una vez transcurrido dicho periodo de tiempo se extrajeron las cenizas y fueron adecuadamente guardadas para ser llevadas al laboratorio.

Para el desarrollo de los ensayos de laboratorio, se realizó el cuarteo de las muestras (patrón y experimentales), para lo cual se realizó la adición de porcentajes de ceniza de lenteja de agua y cemento en relación al peso del suelo de subrasante.



Figura 11. Cuarteo de la muestra de suelo de subrasante

Para el ensayo de granulometría, se tomó la muestra seca de suelo y que fue pasado por diferentes tamices de distinto tamaño de abertura, para conocer la distribución granulométrica del suelo se realizó el lavado de la muestra fina a través de la malla de 0.0074 y los tamices fueron ubicados de forma descendente, la muestra fue sacudida y sometida a movimientos de rotación de forma cuidadosa



Figura 12. Lavado de muestra a través del tamiz N° 200

Para determinar los límites de consistencia del suelo se realizaron dos ensayos de laboratorio: límite líquido y límite plástico, para la realización del primer ensayo se tomó material fino pasante del tamiz N°40, al cual se le aplicó agua, el barro formado fue colocado sobre la cuchara de Casagrande, la muestra fue dividida por una ranura media, se golpeó la taza contra la base del equipo con la ayuda de un pedal, hasta lograr que la abertura cierre a los 25 a 35, 20 a 30 y 15 a 25 golpes.



Figura 13. Ensayo de límite líquido

Mientras que para el ensayo de límite líquido se utilizó el barro sobrante, con el cual se elaboraron bastoncillos de barro extendiendo el barro sobre una placa de vidrio, este procedimiento se realizó hasta conseguir que el hilo de barro posea un diámetro de tres milímetros, además de que presente pequeñas fisuras.

Para obtener los parámetros de compactación (contenido de humedad óptimo y máxima densidad seca), se realizó el test de Proctor modificado, para lo cual se tomó material seleccionado pasante del tamiz N°40, al que se adicionó porcentajes de agua destilada, una vez mezclada el suelo con el agua se dividió la muestra en cinco partes, los cuales fueron colocadas en el molde Proctor en cinco capas, cada capa fue densificada con 56 golpes, terminado el proceso se quitó el collarín y se procedió a enrazar el espécimen, para el cálculo de la densidad seca y contenido de agua se extrajo muestra de la parte media del espécimen y se pesó el molde.



Figura 14. Ensayo de Proctor modificado

En cambio para el ensayo de valor de soporte California (CBR) se compactaron varias muestras adicionadas con la cantidad de agua calculada con el ensayo de Proctor, estas muestras fueron compactadas con 12, 25 y 56 golpes del martillo Proctor, luego de densificado se colocaron papel filtrantes y discos metálicos que simulan la carga provocada por las capas granulares del pavimento, posteriormente se colocaron diales, esto con el fin de medir la expansión de las muestras. Los especímenes fueron colocados en pozas para su saturación durante 96 horas, pasado los cuatro días se extrajeron las muestras de la poza y se dejó escurrir durante quince minutos, una vez escurrida el agua, el espécimen fue llevada a la prensa CBR donde se le aplicaron cargas a una velocidad de 1.270 mm/min.



Figura 15. Ensayo de valor de soporte California

Mejoramiento de Subrasante con Adición de Cenizas de Lenteja de Agua y Cemento en la Avenida La Huayrana, Juliaca 2022

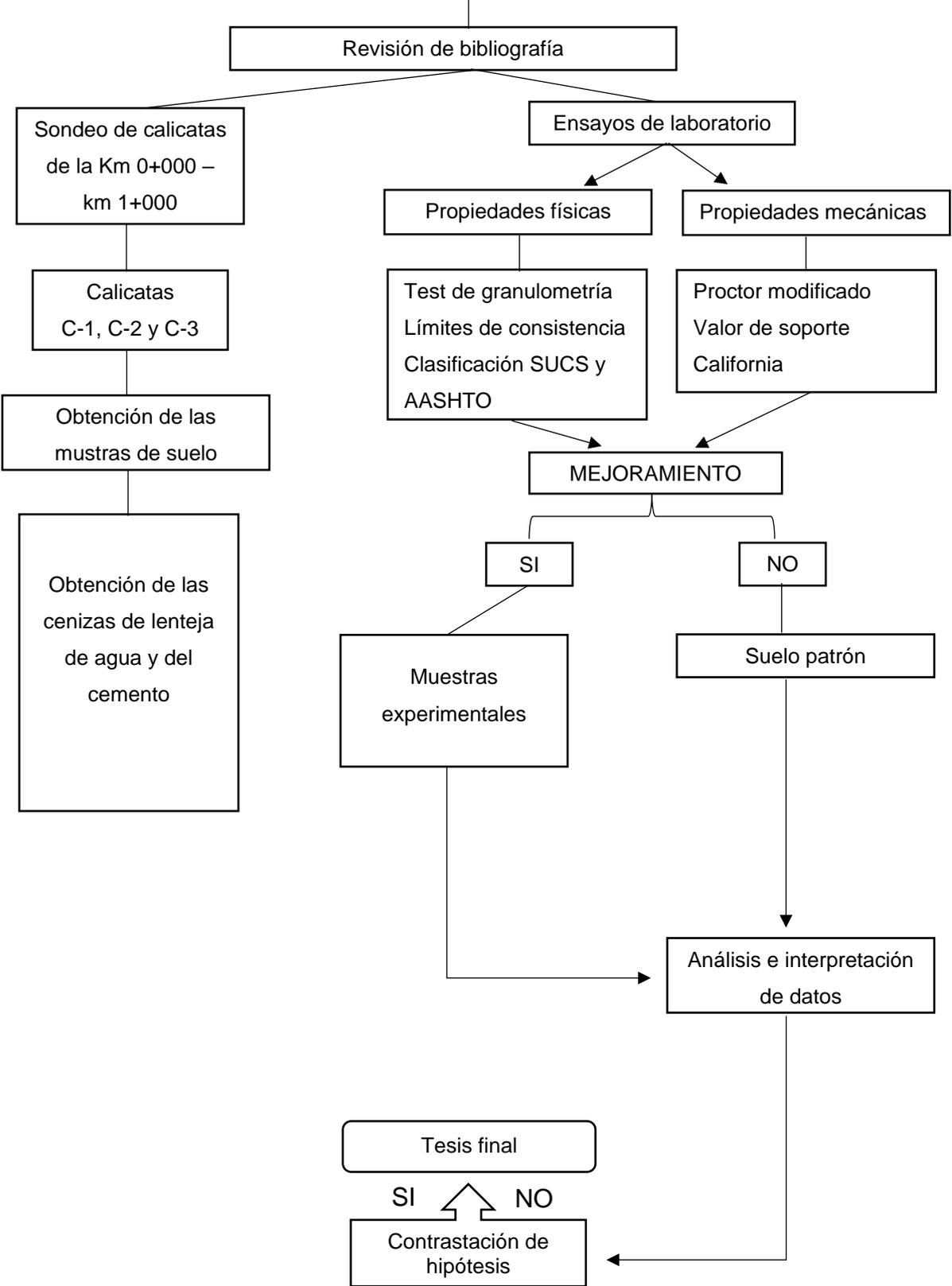


Figura 16. Flujo de la investigación

3.6. Método de análisis de datos

Se conoce como estadística inferencial a la rama de la estadística que realiza deducciones, es decir, realiza inferencias de tendencias, características y conclusiones partiendo de una muestra. Para lo cual suelen emplearse pruebas paramétricas y no paramétricas, de acuerdo a la normalidad de los datos [53].

Debido a que en este estudio se contaban con más de un grupo experimental, además de que los datos contaban con una distribución normal, en este estudio se hizo uso de la prueba paramétrica de ANOVA (análisis de varianza).

3.7. Aspectos éticos

Este estudio se elaboró teniendo en cuenta y cumpliendo todo lo señalado por el Código de ética en investigación de la Universidad César Vallejo, el cual fue aprobado por la R.C.U N°0126-127/UCV, en los que se describen principios de ética como: La búsqueda del bienestar, honestidad, rigor científico, responsabilidad, etc. De la misma forma en este estudio todos los autores consultados fueron debidamente citados y referenciados en base a la norma ISO-690.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Ubicación política

Este estudio se desarrolló en la avenida La Huayrana del distrito de Juliaca, provincia de San Román en la Región de Puno.



Figura 17. La región de Puno en el Perú

Ubicación de la vía estudiada

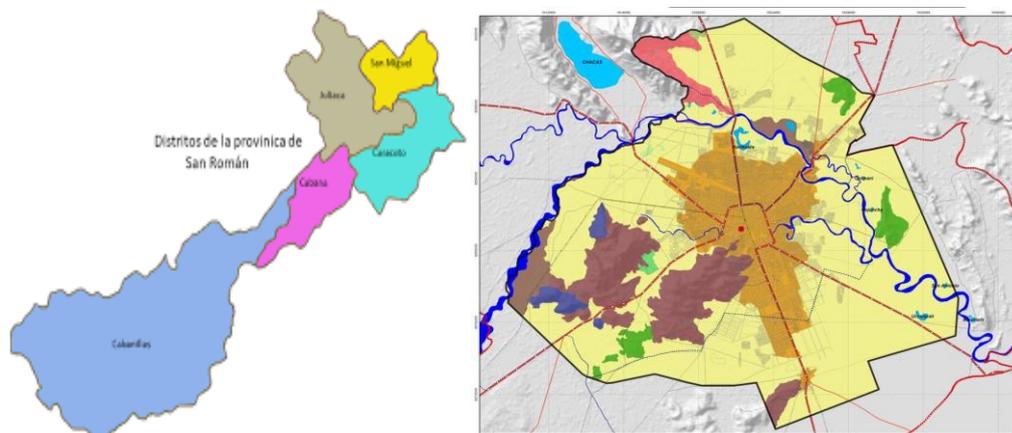


Figura 18. Mapa de la provincia de San Román y del distrito de Juliaca

Límites

- Norte : Provincia de Azángaro
- Sur : Distrito de Cabana y Caracoto
- Este : Distrito de Pusi y Samán
- Oeste : Distrito de Lampa y Cabanilla

Ubicación geográfica

El distrito de Juliaca se encuentra ubicado en el altiplano peruano, específicamente en las siguientes coordenadas 15° 29' 27" de latitud sur y 70° 07' 37" de longitud oeste, a una altura aproximada de 3825 msnm, con una superficie de 526 km², posee una población de 278444 habitantes, y se halla a 45 kilómetros de la capital de la región Puno.

Clima

El clima en el distrito de Juliaca suele ser frío y seco durante la mayor cantidad de meses del año, no obstante en la estación de verano suelen presentarse lluvias de moderada a fuerte intensidad, la temperatura suele variar entre los -5°C a los 20°C.

Caracterización de las cenizas



Figura 19. Análisis químico de la ceniza de lenteja de agua

Propiedades químicas y físicas de la ceniza de lenteja de agua

Según los datos detallados en la tabla 2, en la ceniza de lenteja de agua predomina el CaCO₃, puesto que representa 12531.70 ppm, seguida de la cantidad de cloruros que fue de 7318 ppm, en relación a su caracterización física se observó que era de color gris y que su aspecto era sólido.

Tabla 2. *Características químicas de la ceniza de lenteja de agua*

Características químicas:	Cenizas de lenteja de agua	
Dureza Total (como CaCO ₃)	ppm	361.00
Alcalinidad (como CaCO ₃)	ppm	12531.70
Cloruros (como Cl ⁻)	ppm	7318.94
Sulfatos (como SO ₄ ⁼)	ppm	360.00
Calcio (como Ca ⁺⁺)	ppm	68.40

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. *Características físicas de la ceniza de lenteja de agua*

Características físicas		Cenizas de lenteja de agua
Aspecto		Sólido
Color		Gris
pH	%	12.41
C.E.	mS/cm	57.60
Sólidos disueltos totales	g/l	28.80

Fuente: Elaboración propia

Propiedades físicas del suelo de subrasante de la avenida La Huayrana

Características físicas del suelo natural

En la figura 20 se visualiza la ubicación de las calicatas en la avenida la Huayrana de donde se extrajo la muestra de suelo: C-1 (km 0+200), C-2 (km 0+500) y C-3 (km 0+800)



Figura 20. Ubicación de las calicatas C-1, C-2 y C-3 de la avenida La Huayrana

Calicata C-1: La calicata C-1 se ubicaba en el margen derecho y en la progresiva km0+200 de la avenida La Huayrana. A continuación se detallan los valores conseguidos en el ensayo de granulometría.

Tabla 4. Análisis granulométrico de la calicata C-1 (km 0+200)

	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.360				
N° 10	2.000	0.23	0.08	0.08	99.92
N° 40	0.425	1.20	0.40	0.48	99.52
N° 200	0.075	49.45	16.48	16.96	83.04
Base		249.12	83.04	100.00	0.00
Total		300.00	100.00		
% Pérdida		83.04			

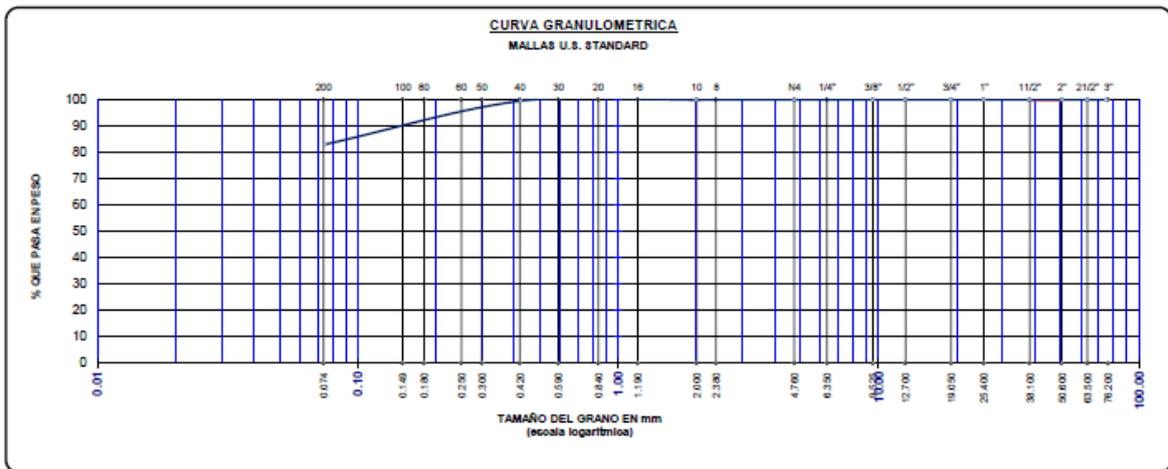


Figura 21. Curva granulométrica de la calicata C-1

Interpretación: Se visualiza que en la figura 21 se presenta una variación dada por el huso granulométrico en relación al porcentaje de suelo que pasa. Según los datos mostrados en la tabla 4 el material predominante de suelo es el material fino debido a que representa el 83.04%, seguido de arenas que representan 16.96%, características típicas de un de consistencia fina.

Calicata C-2: Esta calicata se ubicaba en el lado izquierdo y en la progresiva Km 0+500 de la avenida la Huayrana. A continuación se describen valores de ensayo de granulometría.

Tabla 5. Análisis granulométrico de la calicata C-2 (km 0+500)

Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.360				
N° 10	2.000	0.65	0.13	0.13	99.87
N° 40	0.425	1.89	0.38	0.51	99.49
N° 200	0.075	88.32	17.66	18.17	81.83
Base		409.14	81.83	100.00	0.00
Total		500.00	100.00		
% Pérdida		81.83			

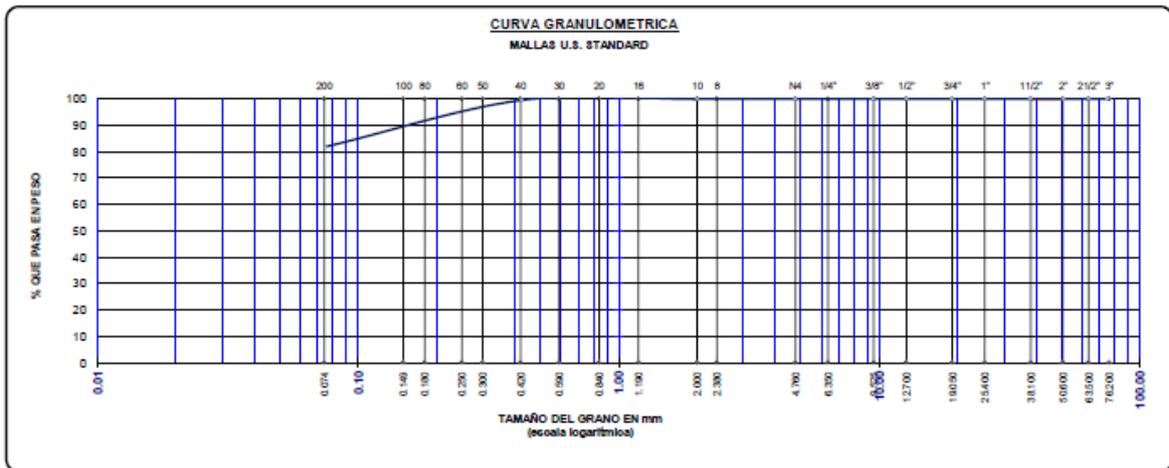


Figura 22. Curva granulométrica de la calicata C-2

Interpretación: Se visualiza que en la figura 22 se presenta una variación dada por el huso granulométrico en relación al porcentaje de suelo que pasa. Según los datos mostrados en la tabla 4 el material predominante de suelo es el material fino debido a que representa el 81.83%, seguido de arenas que representan 18.17%, características típicas de un de consistencia fina.

Calicata C-3: Esta calicata se ubicaba en el lado derecho y en la progresiva Km 0+800 de la avenida la Huayrana. A continuación, se describen los valores obtenidos del ensayo de granulometría.

Tabla 6. Análisis granulométrico de la calicata C-3 (km 0+800)

Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.360				
N° 10	2.000	0.65	0.13	0.13	99.87
N° 40	0.425	2.44	0.49	0.62	99.38
N° 200	0.075	88.47	17.69	18.31	81.69
Base		408.44	81.69	100.00	0.00
Total		500.00	100.00		
% Pérdida		81.89			

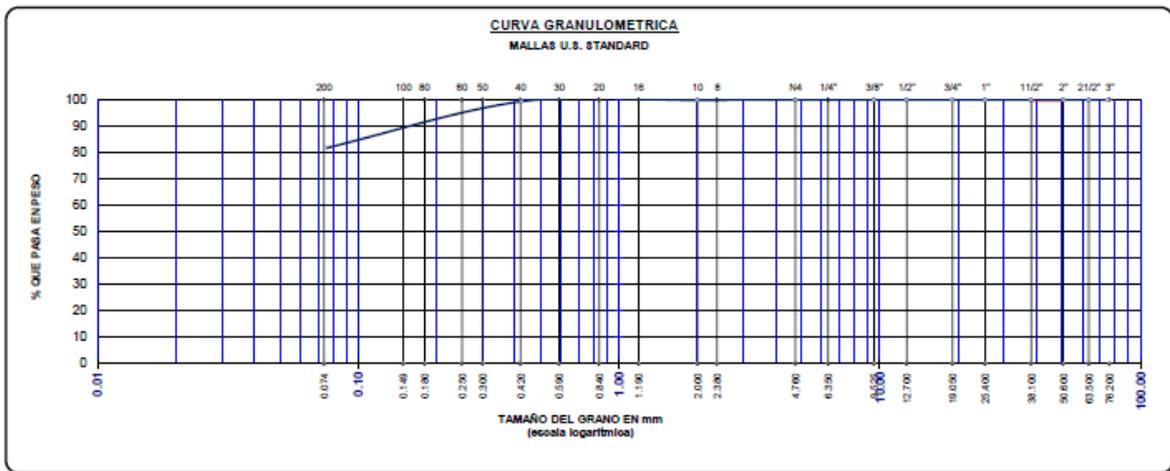


Figura 23. Curva granulométrica de la calicata C-3

Interpretación: Se visualiza que en la figura 23 se presenta una variación dada por el huso granulométrico en relación al porcentaje de suelo que pasa. Según los datos mostrados en la tabla 4 el material predominante de suelo es el material fino debido a que representa el 81.89%, seguido de arenas que representan 18.31%, características típicas de un de consistencia fina.

Desarrollo de resultados según los objetivos

Objetivo específico 1: Disminuir el índice de plasticidad del suelo de subrasante, mediante la adición de una mezcla de ceniza de lenteja de agua y cemento.



Figura 24. Obtención del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

Tabla 7. Resumen de resultados de límites de consistencia

Dosificación	LL	LP	IP	Promedio IP
SN	30.8	20.1	10.7	10.97
	32.6	20.9	11.7	
	30.5	20.0	10.5	
SN+4.5%CLA+0.5%C	30.6	20.4	10.2	10.33
	32.2	21.1	11.1	
	30.2	20.5	9.7	
SN+4.0%CLA+1.0%C	30.3	20.8	9.5	9.73
	32.0	21.5	10.5	
	30.1	20.9	9.2	
SN+3.0%CLA+2.0%C	30.1	21.3	8.8	8.43
	32	21.9	8.1	
	29.9	21.6	8.4	

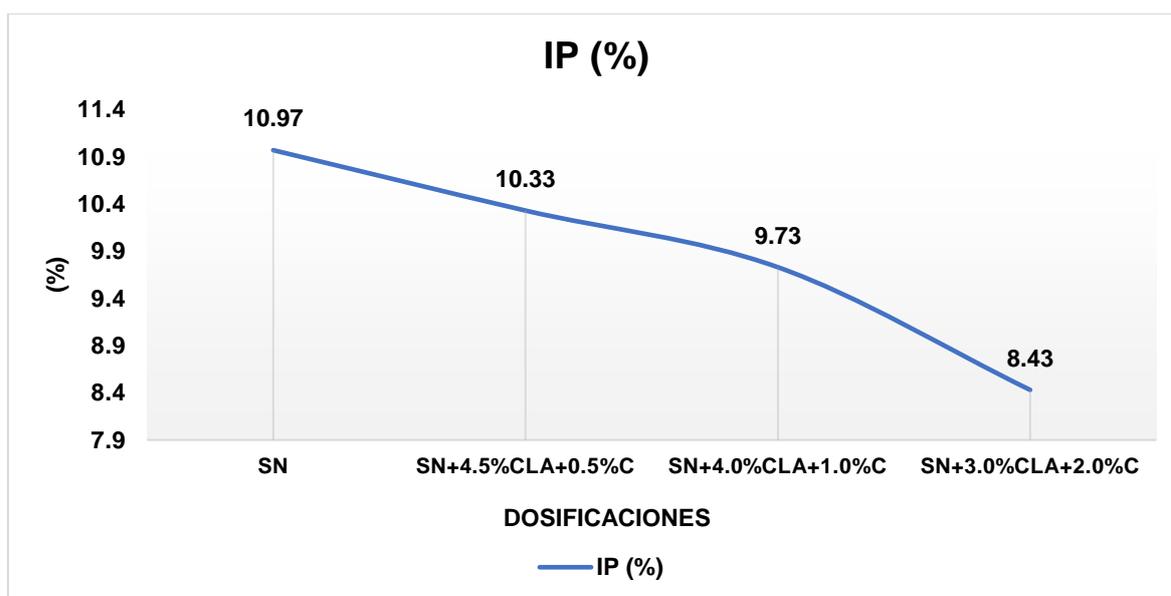


Figura 25. Resumen de resultados de límites de consistencia

Interpretación: En la figura 25 y tabla 7 se detalla que el valor de índice de plasticidad del suelo no estabilizado es de 10.97%, mientras que con la adición de 4.5%CLA+0.5%C, 4%CLA+1%C, 3%CLA+2%C y 5%C lo datos índice de plasticidad disminuyeron a 10.33%, 9.73% y 8.43% respectivamente, es decir el índice de plasticidad disminuyó en 5.83%, 11.30% y 23.15%.

Objetivo específico 2: Mejorar la capacidad de soporte del suelo de subrasante, mediante la adición de una mezcla de cenizas de lenteja de agua y cemento.



Figura 26. Obtención de la capacidad de soporte CBR

Tabla 8. Resumen de resultados de Californian Bearing Ratio

Dosificación	CBR al 100% de la MDS	CBR al 95% de la MDS	Promedio CBR al 95% de la MDS
SN	5.9	4.3	4.4
	5.3	4.0	
	6.6	4.9	
SN+4.5%CLA+0.5%C	10.1	7.5	7.63
	9.5	6.7	
	9.6	6.8	
SN+4.0%CLA+1.0%C	15.6	10.9	9.4
	15.3	10.6	
	16.6	11.7	
SN+3.0%CLA+2%C	22.6	15.6	15.37
	19.7	13.7	
	25.1	16.8	

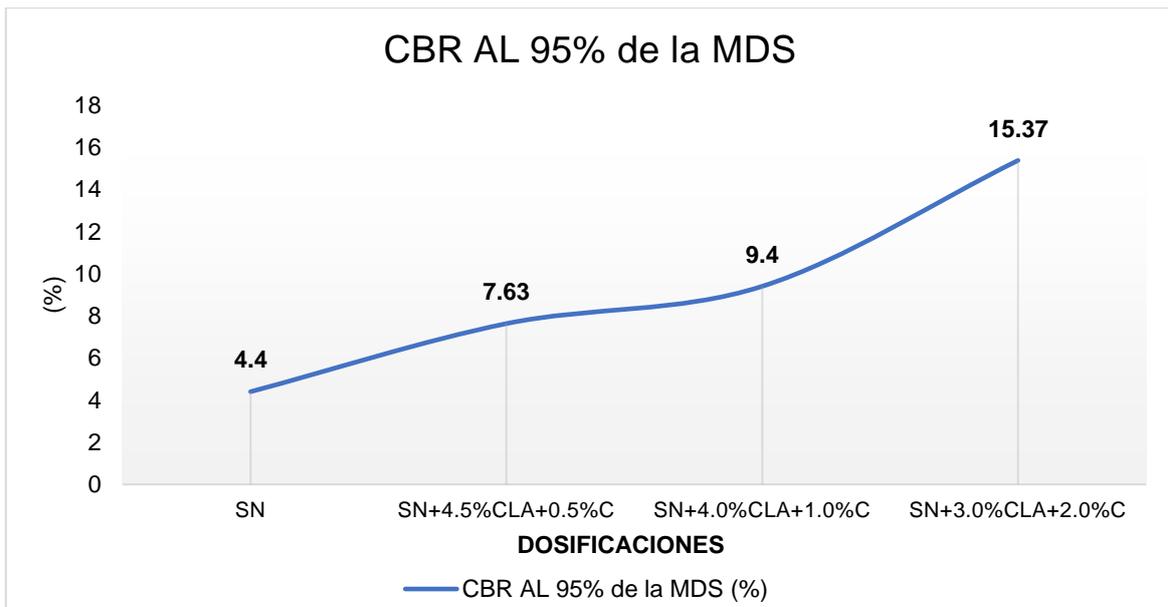


Figura 27. Resumen de resultados de Californian Bearing Ratio

Interpretación: En la figura 27 y tabla 8 se detalla que el valor de capacidad de soporte del suelo no estabilizado es de 4.4%, mientras que con la adición de 4.5%CLA+0.5%C, 4%CLA+1%C, 3%CLA+2%C y 5%C lo datos de capacidad de soporte se incrementaron a 7.63%, 9.4% y 15.37% respectivamente, asimismo con la adición de 3% de ceniza de lenteja de agua y 2% de cemento el suelo de subrasante consiguió ser categorizado como una subrasante “buena”, debido a que se encontraba en el rango $10 < \text{CBR} \leq 20$.

Objetivo específico 3: Reducir el uso de cemento en la estabilización de subrasante mediante la adición de porcentajes de ceniza de lenteja de agua.



Figura 28. Adición de la ceniza de lenteja de agua y cemento al suelo

Tabla 9. Variación de resultados de IP y CBR en relación al suelo natural

Dosificación	IP (%)	Variación (%)	CBR al 95% de la MDS (%)	Variación (%)
SN	10.97		4.40	
SN+4.5%CLA +0.5%C	10.33	-5.83	7.63	7.63
SN+4.0%CLA +1.0%C	9.73	-11.30	9.40	113.64
SN+3.0%CLA +2.0%C	8.43	-23.05	15.37	249.32
SN +5.0% de cemento	8.00	-27.07	20.5	365.91

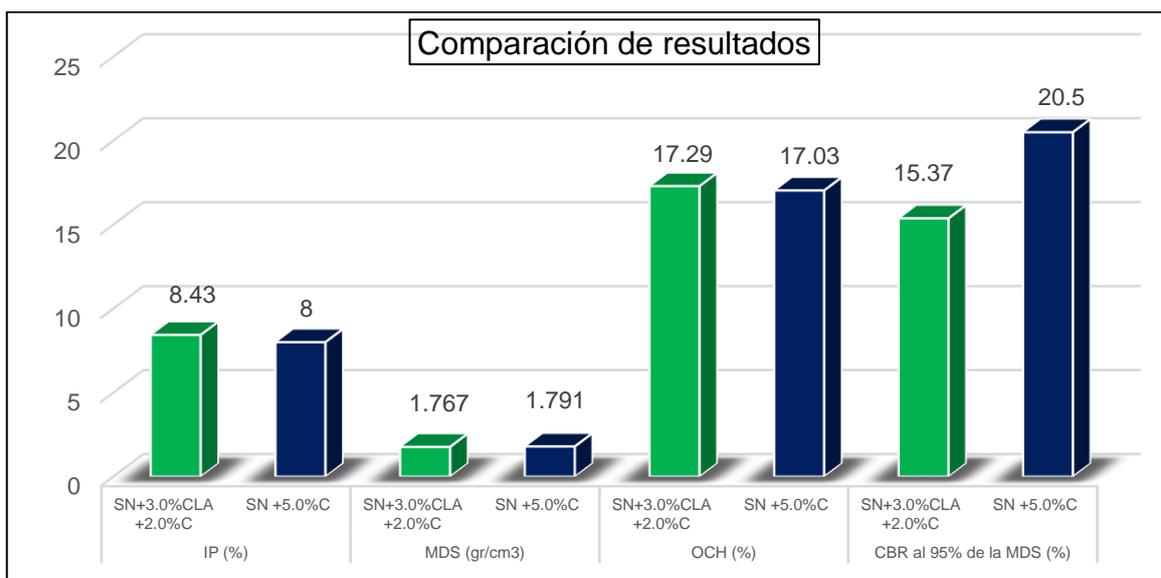


Figura 29. Resumen de resultados de la adición de 3%CLA+2%C y 5% de cemento

Interpretación: En la tabla 9 y figura 29 se observa que con la adición de 5% de cemento se consigue un valor de índice de plasticidad de 8%, una máxima densidad seca de 1.791 gr/cm³, un contenido de humedad óptimo de 17.03% y una capacidad de soporte de 20.5% y la dosificación que obtiene valores semejantes es con la adición de 3% de ceniza de lenteja de agua y 2% de cemento, puesto que se obtuvo un índice de plasticidad de 8.43%, una máxima densidad seca de 1.767 gr/cm³, un contenido de humedad óptimo de 17.29% y un valor de soporte California de 15.37% por lo que se puede afirmar que con la dosificación de 3% de ceniza de lenteja de agua y 2% de cemento, se reduce 3 puntos porcentuales el uso de cemento.

Análisis estadístico

Para la realización de esta investigación se consideró un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confianza de 0.95.

Previo al desarrollo de contrastación de hipótesis se estableció si los valores de índice de plasticidad y capacidad de soporte contaban con una distribución gaussiana, es decir se determinaron si fueron normales, para lo que se utilizó el test de normalidad de Shapiro Wilk, puesto que se contaban con tres valores por grupo (dosificación).

Tabla 10. *Comprobación de normalidad de los datos*

Pruebas de normalidad				
Dosificación	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	Grado de libertad	p-valor	
CBR	Suelo Natural	0.964	3	0.637
	SN+4.5%CLA+0.5%C	0.840	3	0.220
	SN+4%CLA+1%C	0.936	3	0.510
	SN+3%CLA+2%C	0.983	3	0.752
IP	Suelo Natural	0.871	3	0.298
	SN+4.5%CLA+0.5%C	0.974	3	0.688
	SN+4%CLA+1%C	0.912	3	0.424
	SN+3%CLA+2%C	0.993	3	0.843

Según lo descrito en la tabla precedente existe una distribución normal de datos, puesto que los valores de “p” son mayores a 0.05, por lo que se concluye que los datos de índice de plasticidad y valores de soporte California cuentan con una distribución normal, por lo que resulta factible hacer uso de la prueba paramétrica conocida como análisis de varianza.

Prueba de hipótesis

Hipótesis específica 1

H₁: Una alternativa técnica para disminuir el índice de plasticidad del suelo de subrasante sería mediante la adición de cenizas de lenteja de agua y cemento.

H₀: La técnica de adición de cenizas de lenteja de agua y cemento no disminuye el índice de plasticidad del suelo de subrasante.

Tabla 11. *Análisis de varianza para el IP*

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
IP	Inter-grupos	10.500	3	3.500	9.313	0.005
	Intra-grupos	3.007	8	0.376		
	Total	13.507	11			

Según lo descrito en la tabla anterior el valor de “p” es de 0.005, por lo que se acepta la hipótesis del investigador, concluyendo que una alternativa técnica para disminuir el índice de plasticidad del suelo de subrasante sería mediante la adición de cenizas de lenteja de agua y cemento.

Para conocer cual mezcla de ceniza de lenteja de agua y cemento decrece de manera significativa el índice de plasticidad se realizaron post-pruebas para la comparación entre dosificaciones y el suelo natural.

Tabla 12. *Comparación en parejas*

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: IP						
(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	P-valor.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Suelo	SN+4.5%CLA+0.5%C	.63333	.50056	0.607	-0.9696	2.2363
Natural	SN+4%CLA+1%C	1.23333	.50056	0.141	-0.3696	2.8363
	SN+3%CLA+2%C	2.53333 [*]	.50056	0.004	0.9304	4.1363

Según lo descrito en las comparaciones múltiples la dosificación que más disminuyó la plasticidad fue la dosificación de SN+3%CLA+2%C, puesto que el valor de “p” es de 0.004 que es un valor menor al nivel de significancia (0.05).

Hipótesis específica 2

H₁: Una alternativa técnica para mejorar la resistencia del suelo de subrasante, sería incrementando la capacidad de soporte mediante la adición de cenizas de lenteja de agua y cemento.

H₀: La técnica de adición de cenizas de lenteja de agua y cemento no incrementa la capacidad de soporte del suelo de subrasante.

Tabla 13. *Análisis de varianza para el valor de soporte California*

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
	Inter-grupos	207.376	3	69.125	87.316	0.000
IP	Intra-grupos	6.333	8	0.792		
	Total	213.709	11			

Según lo descrito en la tabla anterior el valor de “p” es de 0.000, por lo que se acepta la hipótesis del investigador, concluyendo que una alternativa técnica para mejorar la resistencia del suelo de subrasante, sería incrementando la capacidad de soporte mediante la adición de cenizas de lenteja de agua y cemento.

Para conocer cual mezcla de ceniza de lenteja de agua y cemento incrementa de manera significativa la capacidad de soporte se realizaron post-pruebas para la comparación entre dosificaciones y el suelo natural.

Tabla 14. *Comparación en parejas*

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: CBR						
(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Suelo Natural	SN+4.5%CLA+0.5%C	-2.60000*	0.72648	.030	-4.9265	-.2735
	SN+4%CLA+1%C	-6.66667*	0.72648	.000	-8.9931	-4.3402
	SN+3%CLA+2%C	-10.96667*	0.72648	.000	-13.2931	-8.6402

Según lo descrito en las comparaciones múltiples la dosificación que más disminuyó la plasticidad fue la dosificación de SN+3%CLA+2%C y SN+4%CLA+1%C, puesto que el valor de “p” es de 0.000 que es un valor menor al nivel de significancia (0.05).

Hipótesis específica 3

H₁: Una alternativa técnica para reducir el uso del cemento en la estabilización de subrasantes sería mediante la adición de porcentajes de ceniza de lenteja de agua en reemplazo del cemento.

H₀: La adición de porcentajes de ceniza de lenteja de agua en reemplazo del cemento no reduce el uso del cemento en la estabilización de subrasantes sería mediante.

Para determinar cuál dosificación de ceniza de lenteja y agua y cemento posee resultados similares a la adición de 5% de cemento se realizó las comparaciones múltiples de Tukey de la dosificación de SN+3%CLA + 2%C, puesto que esta dosificación obtuvo los mejores resultados.

Tabla 15. Comparación en parejas

Comparaciones múltiples				
Variable dependiente	(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	p-valor
IP	SN+5%C	SN+4.5%CLA+0.5%C	-2.333333	0.009
		SN+4%CLA+1%C	-1.733333	0.053
		SN+3%CLA+2%C	-0.433330	0.921
MDS	SN+5%C	SN+4.5%CLA+0.5%C	0.057000	0.001
		SN+4%CLA+1%C	0.040667	0.010
		SN+3%CLA+2%C	0.023667	0.157
CHO	SN+5%C	SN+4.5%CLA+0.5%C	-0.703333	0.366
		SN+4%CLA+1%C	-0.533333	0.609
		SN+3%CLA+2%C	-0.260000	0.949
CBR al 95% de la MDS	SN+5%C	SN+4.5%CLA+0.5%C	13.50000	0.000
		SN+4%CLA+1%C	9.43333	0.000
		SN+3%CLA+2%C	5.13333	0.005

Según lo detallado en la tabla anterior, las dosificaciones que menos variaron entre ellas fueron la dosificación de SN+5%C y SN+3%CLA+2%C, puesto que poseen el mayor valor de “p” en relación a las demás dosificaciones. Por lo que se concluye que una alternativa técnica para reducir el uso del cemento en la estabilización de subrasantes sería mediante la adición de porcentajes de ceniza de lenteja de agua en reemplazo del cemento.

Hipótesis general

H₁: Una metodología para mejorar la subrasante de la avenida La Huayrana, sería la estabilización del suelo de subrasante mediante la adición de ceniza de lenteja de agua y cemento.

H₀: La adición de ceniza de lenteja de agua y cemento no estabiliza la subrasante de la avenida La Huayrana.

Tabla 16. *Variación en la estabilización de subrasante*

Indicador	F	p-valor	Conclusión
Índice de plasticidad	9.313	0.005	Reduce significativamente
CBR al 95% de la MDS	27.676	0.000	Incrementa significativamente

De acuerdo a la tabla anterior, se concluye que una metodología para mejorar la subrasante de la avenida La Huayrana, sería la estabilización del suelo de subrasante mediante la adición de ceniza de lenteja de agua y cemento.

V. DISCUSIÓN

DOE1: Con la finalidad de disminuir el índice de plasticidad de 35.37% de un suelo los autores Ramonu et al. [9] adicionaron ceniza de cáscara de ñame en proporciones de 3%, 6%, 9% y 12%, con dichas incorporaciones de ceniza el IP disminuyó a 20.010%, 24.200%, 20.550% y 18.610% respectivamente.

Por su parte el investigador Velásquez [16] realizó la adición de cemento Portland Tipo I para reducir el índice de plasticidad de un suelo arcilloso, para lo cual empleó proporciones de 1%, 3% y 5%, con los que logró que el IP disminuya de 44% a 36%, 23% y 15% respectivamente.

Asimismo, en este estudio con el objetivo de disminuir el índice de plasticidad del suelo de subrasante se realizó la adición de mezclas de ceniza de lenteja de agua y cemento, en proporciones de 4.5%CLA+0.5%C, 4%CLA+1%C, 3%CLA+2%C y 5%C, con el que se consiguió reducir el IP de la muestra patrón de 10.97% a 10.33%, 9.73% y 8.43% respectivamente.

Según se observa en los estudios la adición de ceniza y cemento Portland provocó una tendencia de decrecimiento en los valores de índice de plasticidad, asimismo se pudo observar que a medida que se va incrementando el porcentaje de ceniza va disminuyendo el valor de IP.

De acuerdo a lo señalado por el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, específicamente en la sección suelos y pavimentos, los valores de IP conseguidos en este estudio se encuentran en el rango $7 < IP \leq 20$, los cuales fueron categorizados como arcillas de media plasticidad.

DOE2: Con la finalidad de incrementar la capacidad de soporte de un suelo con un CBR de 2.31%, los autores Rabi et al. [7] adicionaron cemento en proporciones de 6% y 10%, con dichas incorporaciones de ceniza el CBR se incrementó a 14.2% y 20.01% respectivamente.

Por su parte el investigador Cruz [14] realizó la adición de cemento Portland Tipo I para reducir para incrementar la capacidad de soporte de un suelo de subrasante,

para lo cual empleó proporciones de 6%, 8% y 10%, con los que logró que el CBR se incremente de 45.7% a 50.9%, 55.0% y 59.1% consecutivamente.

Asimismo, en este estudio con el objetivo de incrementar el valor de soporte California del suelo de subrasante se realizó la adición de mezclas de ceniza de lenteja de agua y cemento, en proporciones de 4.5%CLA+0.5%C, 4%CLA+1%C, 3%CLA+2%C y 5%C, con el que se consiguió mejorar la capacidad de soporte de la muestra patrón de 4.4% a 7.63%, 9.4%, 15.37% respectivamente.

Según se observa en los estudios la adición de ceniza y cemento Portland provocó una tendencia de incremento de los valores de soporte California, asimismo se pudo observar que a medida que se va incrementando el porcentaje de ceniza va aumentando el valor de CBR. El cemento puede funcionar como un aglutinante entre las partículas del suelo con los compuestos químicos contenidos en el cemento

De acuerdo a lo señalado por el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, específicamente en la sección suelos y pavimentos, el valor de CBR al 95% de la MDS conseguido con la adición de 3% de ceniza de lenteja de agua y 2% de cemento se encuentra en el rango $10\% \leq \text{CBR} < 20\%$ es decir, el suelo de subrasante paso de ser categorizada como insuficiente a ser categorizada como una subrasante buena.

DOE3: Con la finalidad de disminuir reducir el uso de cemento en la estabilización de subrasante los investigadores Gupta, Arora y Biswas [8] realizaron distintas dosificaciones de cemento y mezclas de ceniza de fondo y cemento, para comparar los valores de CBR conseguidos donde determinaron que con la mezcla de 10% de cemento y 10% de ceniza de fondo se alcanza un valor de CBR de 26.29% muy cercano a 30.56% que fue el valor de soporte California alcanzado con la adición de 10% de cemento.

Asimismo, en este estudio con el objetivo de disminuir el uso de cemento para la estabilización de subrasante se realizó la adición de mezclas de ceniza de lenteja de agua, en proporciones de 4.5%CLA+0.5%C, 4%CLA+1%C, 3%CLA+2%C y 5%C, en el que se observó que con la incorporación de 3% de ceniza de lenteja de

agua y 2% de cemento el valor de soporte California fue de 15.37%, mientras que con la adición de 5% de cemento el valor de CBR fue de 20.5%.

Como se observa en ambos estudios los valores de CBR conseguidos al usar solamente cemento son ligeramente menores a los conseguidos al hacer combinaciones de cemento y ceniza, por lo que se podría afirmar que la ceniza puede sustituir ciertos porcentajes de ceniza de lenteja de agua.

DOG. De acuerdo a los valores de resistencia como el valor de soporte California y a la plasticidad del suelo, se determinó que una metodología para mejorar la subrasante de la avenida La Huayrana, es la estabilización del suelo de subrasante mediante la adición de ceniza de lenteja de agua y cemento, puesto que con la adición 3% de ceniza de lenteja de agua y 2% de cemento se consiguió aumentar el CBR en 365.91% y reducir el índice de plasticidad en un 27.07% en relación al suelo no estabilizado.

El valor de soporte California obtenido en este estudio (15.37%), de acuerdo al Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, específicamente en la sección suelos y pavimentos es categorizado como una subrasante buena, asimismo el valor de índice de plasticidad (8.43%) fue caracterizado como un suelo de media plasticidad; es decir, la adición de ceniza de lenteja de agua y cemento mejora la estabilización de la subrasante.

VI. CONCLUSIONES

CG. Se concluye que la adición de ceniza de lenteja de agua y cemento mejora las propiedades físico-mecánicas de la subrasante de la avenida la Huayrana, debido a que con la adición de 3% de ceniza de lenteja de agua y 2% de cemento se consiguió incrementar el CBR al 95% de la MDS de 4.40% a 15.37% y reducir el índice de plasticidad de 10.97% a 8.43%.

COE1: Se concluye que la adición de una mezcla de ceniza de lenteja de agua y cemento reduce el índice de plasticidad del suelo de subrasante, puesto que el suelo patrón poseía un IP de 10.97%, no obstante con la dosificación de 4.5%CLA+0.5%C, 4%CLA+1%C, 3%CLA+2%C y 5%C los datos índice de plasticidad disminuyeron a 10.33%, 9.73% y 8.43% respectivamente.

COE2: Se concluye que la adición de una mezcla de ceniza de lenteja de agua y cemento mejora la capacidad de soporte del suelo de subrasante, puesto que el suelo patrón poseía un CBR al 95% de la MDS de 4.40%, no obstante con la dosificación de 4.5%CLA+0.5%C, 4%CLA+1%C, 3%CLA+2%C y 5%C los datos de valor de soporte California se incrementaron a 7.63%, 9.4% y 15.37% respectivamente.

COE3: Se llegó a la conclusión que la ceniza de lenteja de agua puede reducir parcialmente el empleo de cemento, puesto que con la adición de 3% de ceniza de lenteja de agua y 2% de cemento se obtuvo un CBR de 15.37% y un IP de 8.43%, dichos valores son similares al adicionar 5% de cemento, debido a que con esta adición el CBR fue de 20.05% y el IP de 8.0%, reemplazando así en un 3% el uso de cemento.

VII. RECOMENDACIONES

Se hace la recomendación que se tomen en cuenta el tiempo de calcinado de la lenteja de agua y las características químicas que este presente.

Se sugiere que para investigaciones posteriores se realice combinaciones de ceniza de lenteja de agua con otros estabilizantes como la cal, para estudiar su comportamiento.

Se sugiere que para la aplicación mostrados en esta investigación se tome en cuenta la caracterización física del suelo y las características químicas de la ceniza.

REFERENCIAS

- [1] SUDHAKARAN, Sooraj P., Anil Kumar SHARMA y Sreevalsa KOLATHAYAR. Soil Stabilization Using Bottom Ash and Areca Fiber: Experimental Investigations and Reliability Analysis. *Journal of Materials in Civil Engineering* [en línea]. 2018, **30**(8), 04018169. ISSN 0899-1561. Disponible en: doi:10.1061/(asce)mt.1943-5533.0002326
- [2] NARENDRA GOUD, G., A. HYMA, V. SHIVA CHANDRA y R. SANDHYA RANI. Expansive soil stabilization with coir waste and lime for flexible pavement subgrade. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea]. 2018, **330**(1). ISSN 1757899X. Disponible en: doi:10.1088/1757-899X/330/1/012130
- [3] GHADIR, Pooria y Navid RANJBAR. Clayey soil stabilization using geopolymer and Portland cement. *Construction and Building Materials* [en línea]. 2018, **188**, 361–371. ISSN 09500618. Disponible en: doi:10.1016/j.conbuildmat.2018.07.207
- [4] PAUL, Hanna y Sobha CYRUS. Stabilization of weak subgrade soil using demolished concrete aggregate. *Indian Geotech Conference IGC* [en línea]. 2016, (December), 1–5. Disponible en: <https://bit.ly/3IRzKS3>
- [5] VILCHEZ, Daniel. *Aplicación de ceniza de cascara de arroz para mejorar la estabilidad de la subrasante en la vía de Evitamiento Jaén- Cajamarca, 2019* [en línea]. B.m., 2019. b.n. Disponible en: <https://bit.ly/3NwC6cr>
- [6] VILLANUEVA, Silvia. *Propuesta de estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida aniónica, organosilano y un sulfonatado. Caso: Poncos – Kochayoc, Departamento de Ancash* [en línea]. B.m., 2017. Universidad Ricardo Palma. Disponible en: <https://bit.ly/3Dpw20x>
- [7] RABI, A., H. AIN, B. POLONIA y M. FAISAL. Analysis of laterite soil with Portland cement mixed variations and the effect on the CBR unsoaked. *Jurnal GRADASI TEKNIK SIPIL*. 2021, **5**(2), 60–73.
- [8] GUPTA, Anjali, V. K. ARORA y Srijit BISWAS. Contaminated dredged soil

- stabilization using cement and bottom ash for use as highway subgrade fill. *International Journal of Geo-Engineering* [en línea]. 2017, **8**(1). ISSN 21982783. Disponible en: doi:10.1186/s40703-017-0057-8
- [9] RAMONU, J., S. AYANDAIFEDAPO, A. MODUPE, O. ADENIYI y T. ADEWOLE. Geotechnical properties of lateritic soil stabilized with yam peel ash for subgrade construction. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2018, **9**(13), 1666–1681. ISSN 09766316.
- [10] RAI, Partab, Wenge QIU, Huafu PEI, Jihui CHEN, Xufeng AI, Yang LIU y Mahmood AHMAD. Effect of Fly Ash and Cement on the Engineering Characteristic of Stabilized Subgrade Soil: An Experimental Study. *Geofluids* [en línea]. 2021, **2021**, 1–11. ISSN 14688123. Disponible en: doi:10.1155/2021/1368194
- [11] JAIN, Arpit, Anil Kumar CHOUDHARY y J. N. JHA. Influence of Rice Husk Ash on the Swelling and Strength Characteristics of Expansive Soil. *Geotechnical and Geological Engineering* [en línea]. 2020, **38**(2), 2293–2302. ISSN 15731529. Disponible en: doi:10.1007/s10706-019-01087-6
- [12] PUTRI, Elsa Eka, Rina YULIET, Lusía Elfina HARRIS y Jodin MAKINDA. Stabilization of Rimbo Panjang peat soil using lightweight materials mixed with cement as subgrade for road pavement. *International Journal of GEOMATE* [en línea]. 2020, **18**(66), 30–36. ISSN 21862982. Disponible en: doi:10.21660/2020.66.9180
- [13] AMU, Olugbenga, Oluwaseun ADETAYO, Feyidamilola FALUYI y Emmanuel AKINYELE. Experimental study of improving the properties of lime-stabilized structural lateritic soil for highway structural works using groundnut shell ash. *Walailak Journal of Science and Technology* [en línea]. 2021, **18**(9). ISSN 2228835X. Disponible en: doi:10.48048/wjst.2021.9475
- [14] CRUZ, Yefer. *Influencia del cemento en las propiedades físico - mecánicas de subrasante en caminos vecinales, tramo Quinsachata –Laripata, Cabanillas – San Román 2021* [en línea]. B.m., 2021. Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65831>

- [15] RODRIGO, Clever y Marse YUCRA. *Comparación de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto, Cusco - 2022* [en línea]. B.m., 2022. Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://bit.ly/3S525cs>
- [16] VELASQUEZ, Cesar. *Influencia Del Cemento Portland Tipo I En La Estabilización Del Suelo Arcilloso De La Subrasante De La Avenida Dinamarca, Sector La Molina* [en línea]. B.m., 2018. Universidad Nacional de Cajamarca. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1009>
- [17] RENJITH, Rintu, Dilan ROBERT, Sujeeva SETUNGE, Susanga COSTA y Abbas MOHAJERANI. Optimization of fl y ash based soil stabilization using secondary admixtures for sustainable road construction. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. 2021, **294**, 1–14. ISSN 0959-6526. Disponible en: doi:10.1016/j.jclepro.2021.126264
- [18] ARROYAVE, Maria del Pilar. LA LENTEJA DE AGUA (Lemna minor L.): UNA PLANTA ACUÁTICA PROMISORIA. *Revista EIA. ISSN 1794-1237* [en línea]. 2004, **I(1)**, 33–38. ISSN 1794-1237. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372004000100004%0Awww.redalyc.org/articulo.oa?id=149217763003
- [19] CANALES, Ángel. EVALUACIÓN DE LA BIOMASA Y MANEJO DE Lemna gibba (LENTEJA DE AGUA) EN LA BAHÍA INTERIOR DEL LAGO TITICACA, PUNO. *Ecología Aplicada* [en línea]. 2010, **9(1–2)**, 91. ISSN 1726-2216. Disponible en: doi:10.21704/rea.v9i1-2.399
- [20] RAMAJI, Amin Esmaeil. A review on the soil stabilization using low-cost methods. *Journal of Applied Sciences Research*. 2012, **8(4)**, 2193–2196. ISSN 1816157X.
- [21] PATEL, Nandan, C. MISHRA, D. PARMAR y B. GAUTAM. Subgrade Soil Stabilization using Chemical Additives. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* [en línea]. 2015, **02(04)**, 1089–1096. Disponible en: doi:e-ISSN: 2395-0056
- [22] ISIK, Haluk y Ali F. CABALAR. Sieve analysis and standard penetration test

- correlations using Microsoft Excel VBA and an iPhone app. *Computer Applications in Engineering Education* [en línea]. 2018, **26**(6), 2092–2101. ISSN 10990542. Disponible en: doi:10.1002/cae.22002
- [23] ARACAYO, Cristhian y Hugo MACHACA. *Influencia de residuos de pavimento rígido en las propiedades del suelo cohesivo de la cantera Yanaoco , Huancané-2021* [en línea]. B.m., 2021. Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://bit.ly/3IDfxPt>
- [24] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS* [en línea]. 2013. Disponible en: <https://bit.ly/3DmrRCM>
- [25] O’KELLY, Brendan C. Review of Recent Developments and Understanding of Atterberg Limits Determinations. *Geotechnics* [en línea]. 2021, **1**(1), 59–75. Disponible en: doi:10.3390/geotechnics1010004
- [26] GALINDO, Rubén, Antonio LARA y Gonzalo GUILLÁN-. Contribution to the knowledge of early geotechnics during the twentieth century: Arthur Casagrande. *Hist. Geo Space Sci* [en línea]. 2018, **9**, 107–123. Disponible en: doi:10.5194/hgss-9-107-2018
- [27] DARYATI, D., I. WIDIASANTI, E. SEPTIANDINI, M. A. RAMADHAN, K. A. SAMBOWO y A. PURNOMO. Soil characteristics analysis based on the unified soil classification system. *Journal of Physics: Conference Series* [en línea]. 2019, **1402**(2), 0–5. ISSN 17426596. Disponible en: doi:10.1088/1742-6596/1402/2/022028
- [28] JOE, M Adams y A Maria RAJESH. Soil Stabilization Using Industrial Waste and Lime. *International Journal of Scientific Research Engineering & Technology (IJSRET)* [en línea]. 2015, **4**(7), 799–805. Disponible en: www.ijsret.org
- [29] PANDEY, Anil y Ahsan RABBANI. Stabilisation of Pavement Subgrade Soil Using Lime and Cement: Review. *International Research Journal of Engineering and Technology(IRJET)* [en línea]. 2017, **4**(6), 5–7. Disponible en: <https://bit.ly/36XIPMI>

- [30] HUAQUISTO CACERES, Samuel. Efecto Del Aceite Residual De la Maquinaria Pesada En los Factores Fisico Mecanico Del Suelo. 2014, 151.
- [31] FAROOQ, K., U. KHALID y H. MUJTABA. Prediction of Compaction Characteristics of Fine-Grained Soils Using Consistency Limits. *Arabian Journal for Science and Engineering* [en línea]. 2016, **41**(4), 1319–1328. ISSN 21914281. Disponible en: doi:10.1007/s13369-015-1918-0
- [32] MAHARDIKA, Andrew Ghea, Eka Sasmita MULYA y Agung Wahyudi BIANTORO. Analysis of Soil Compaction using Proctor Standards in Highway Construction Design Analysis of Soil Compaction using Proctor Standards in Highway Construction Design. *Journal of Physics: Conference Series* [en línea]. 2021, 1–7. Disponible en: doi:10.1088/1742-6596/1933/1/012084
- [33] KATTE, Valentine Yato, Souleyman Moupe MFOYET, Bertille MANEFOUET, Armand Sylvain Ludovic WOUATONG y Lawrence Aleh BEZENG. Correlation of California Bearing Ratio (CBR) Value with Soil Properties of Road Subgrade Soil. *Geotechnical and Geological Engineering* [en línea]. 2019, **37**(1), 217–234. ISSN 15731529. Disponible en: doi:10.1007/s10706-018-0604-x
- [34] KUMAR, K., M. KUMAR y N. KUMAR. Prophecy of plate load test response from theory of elasticity solution and CBR test Prophecy of Plate Load Test Response from Theory of Elasticity Solution and CBR Test. *Jordan Journal of Civil Engineering*. 2017, **11**(3), 335–345.
- [35] MUKHERJEE, D. Selection & Application of Lime Stabilizer for Soil Subgrade Stabilization. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology* [en línea]. 2014, **1**(7), 66–76. Disponible en: http://www.ijiset.com/v1s7/IJISSET_V1_I7_12.pdf
- [36] HUANG, Yucheng, Ji CHEN, Shenjie SHI, Bin LI, Jialin MO y Qiang TANG. Mechanical Properties of Municipal Solid Waste Incinerator (MSWI) Bottom Ash as Alternatives of Subgrade Materials. *Advances in Civil Engineering* [en línea]. 2020, **2020**. ISSN 16878094. Disponible en: doi:10.1155/2020/9254516

- [37] ZUMRAWI, Magdi. Stabilization of Pavement Subgrade by Using Fly Ash Activated by Cement. *American Journal of Civil Engineering and Architecture* [en línea]. 2015, **3**(6), 218–224. Disponible en: doi:10.12691/ajcea-3-6-5
- [38] CHENG, Youkun, Zhenwu SHI y Fajin ZU. An evaluation model of subgrade stability based on artificial neural network. *International Journal of Safety and Security Engineering* [en línea]. 2020, **10**(5), 679–688. ISSN 2041904X. Disponible en: doi:10.18280/ijssse.100513
- [39] AFRIN, Habiba. A Review on Different Types Soil Stabilization Techniques. *International Journal of Transportation Engineering and Technology* [en línea]. 2017, **3**(2), 19. ISSN 2575-1743. Disponible en: doi:10.11648/j.ijtet.20170302.12
- [40] LIM, S M, D C WIJEYESEKERA, A J M S LIM y I B H BAKAR. Critical Review of Innovative Soil Road Stabilization Techniques. *International Journal of Engineering and Technology Research* [en línea]. 2014, **3**(5), 204–211. Disponible en: doi:ISSN: 2249 – 8958
- [41] ARSHAD, A. K., E. SHAFFIE, F. ISMAIL, W. HASHIM, Z. ABD RAHMAN e Y. ISMAIL. Cement stabilised soil subgrade: Design and construction. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2018, **9**(7), 1192–1200. ISSN 09766316.
- [42] ALI, Faisal. Stabilization of Residual Soils Using Liquid Chemical. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering* [en línea]. 2012, **17**, 115–126. Disponible en: doi:10.3208/sandf1972.32.4
- [43] NICOMEDES, Nieto. Tipos de Investigación. *Repositorio Institucional USDG* [en línea]. 2018, 1–4. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/250080756.pdf>
- [44] OTERO, Alfredo. Enfoques De Investigación. *Universidad del Atlantico* [en línea]. 2018, (August), 34. Disponible en: <https://bit.ly/3G9bR8t>
- [45] ARIAS, J. a M. COVINOS. *Diseño y metodología de la investigación* [en línea]. Primera ed. 2021. ISBN 9786124844423. Disponible en: <https://bit.ly/3RlcobP>

- [46] ARIAS, Jesús, Miguel Ángel VILLASÍS y María Guadalupe MIRANDA. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Alergia* [en línea]. 2016, **63**(2), 201–206. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>
- [47] PATINIO, Cecilia y Juliana FERREIRA. Inclusion and exclusion criteria in research studies: definitions and why they matter. *Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia* [en línea]. 2018, **44**(2), 84–84. ISSN 0092055X. Disponible en: doi:10.2307/1318732
- [48] ROBLES, Blanca. Población y muestra. *Pueblo Continente* [en línea]. 2019, **30**(1), 245–246. Disponible en: <https://bit.ly/3Mik6Ly>
- [49] ETIKAN, Ilker, S. MUSA y M. ALKASSIM. Comparison of Convenience Sampling and Purposive Sampling. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics* [en línea]. 2016, **5**(1), 1–4. ISSN 2326-8999. Disponible en: doi:10.11648/j.ajtas.20160501.11
- [50] LUZ, Sandra, Hernández MENDOZA y Danae Duana AVILA. Técnicas e instrumentos de recolección de datos Data collection techniques and instruments. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA* [en línea]. 2020, **9**(17), 51–53. Disponible en: <https://bit.ly/3wOnLST>
- [51] SKJONG, Rolf y Benedikte H WENTWORTH. Expert Judgment and Risk Perception Expert Judgment and Risk Perception. *Proceedings of the Eleventh* [en línea]. 2014, **4**(537–545). Disponible en: <https://bit.ly/3Dv3S4l>
- [52] DÍAZ CONCEPCIÓN, Armando, Leisis VILLAR LEDO, Alberto RODRÍGUEZ PIÑEIRO, Alfredo DEL CASTILLO SERPA y Jesús CABRERA GÓMEZ. Análisis bibliográfico de la confiabilidad operacional en sistemas técnicos complejos. *Ingeniería Mecánica*. 2018, **21**(2), 77–81. ISSN 1815-5944.
- [53] ALI, Zulfiqar y S. Bala BHASKAR. Basic statistical tools in research and data analysis. *Indian Journal of Anaesthesia* [en línea]. 2016, **60**(9), 662–669. ISSN 00195049. Disponible en: doi:10.4103/0019-5049.190623

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Mejoramiento de Subrasante con Adición de Cenizas de Lenteja de Agua y Cemento en la Avenida La Huayrana, Juliaca 2022							
TIPO DE VARIABLES	VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	METODOLOGÍA
VARIABLE INDEPENDIENTE	Ceniza de lenteja de agua y cemento	La ceniza es el producto sólido y en estado de fina división procedente de la combustión de carbón pulverizado en distintos procesos, que puede ser arrastrado por el aire, es un polvo de color gris que es producto del proceso de combustión, este material generalmente se encuentra compuesto de óxidos metálicos, sílice y otros compuestos químicos (Renjith et al., 2021, p. 22).	La cenizas de lenteja de agua requieren ser caracterizados químicamente, y con los resultados de sus propiedades es necesario estudiar y conocer el porcentaje en el que se le puede adicionar para la estabilización de las subrasantes de las vías.	Dosificaciones	SN+4.5%CLA+0.5%C SN+4%CLA+1%C SN+3%CLA+2%C SN+5%C	RAZÓN	<p>Tipo de Investigación: Aplicada.</p> <p>Enfoque: Cuantitativo.</p> <p>Diseño: Experimental</p> <p>Población: Avenida la Huayrana</p> <p>Muestra: 3 calicatas obtenidas entre las progresivas Km 0+000 – Km 1+000</p> <p>Muestreo: No Probabilístico - se ensayará en todas las calicatas.</p> <p>Técnica: Observación directa.</p> <p>Instrumento de recolección de datos: - Fichas de recolección de datos</p>
VARIABLE DEPENDIENTE	Mejoramiento de subrasante	La subrasante se puede definir como una capa compactada, generalmente de suelo local de origen natural, que se supone que tiene un espesor de 300 mm, justo debajo de la corteza del pavimento, que proporciona una base adecuada para el pavimento. La subrasante en el terraplén se compacta en dos capas, generalmente a un nivel más alto que la parte inferior del terraplén. La subrasante, ya sea en corte o en terraplén, debe estar bien compactada para utilizar toda su resistencia y economizar en el espesor total del pavimento.	La estabilización de la subrasante se deriva en la adición de elementos o compuestos ajenos a los áridos, los cuales sirven para mejorar las capacidades físico mecánicas de la subrasante siendo estas la (Granulometría, límites de consistencia, humedad, capacidad de soporte CBR y densidad de campo).	Propiedades físicas y mecánicas	IP MDS CBR	RAZÓN	<p>Tipo de Investigación: Aplicada.</p> <p>Enfoque: Cuantitativo.</p> <p>Diseño: Experimental</p> <p>Población: Avenida la Huayrana</p> <p>Muestra: 3 calicatas obtenidas entre las progresivas Km 0+000 – Km 1+000</p> <p>Muestreo: No Probabilístico - se ensayará en todas las calicatas.</p> <p>Técnica: Observación directa.</p> <p>Instrumento de recolección de datos: - Fichas de recolección de datos</p>

Anexo 2. Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGIA
Problema general La avenida La Huayrana entre las progresivas Km 0+000 - 1+000, ubicado en el Distrito de Juliaca, el cual se encuentra sobre los 3800 msnm, presenta sobre la superficie fallas como baches, surcos, encalamados, entre otros; debido a su deterioramiento, la transitabilidad de los vehículos se ve afectado; de la misma manera las precipitaciones pluviales típicas en el Altiplano hacen que en el lugar se muestre lo arcilloso y expansivo que es el suelo de la mencionada avenida. ¿De qué manera se puede estabilizar la subrasante de la avenida La Huayrana entre las progresivas Km 0+000 - 1+000, Juliaca-Puno, con la adición de ceniza de lenteja de agua y cemento?	Objetivo general Mejorar las propiedades físico - mecánico del suelo de la subrasante de la avenida La Huayrana entre las progresivas Km 0+000 – Km 1+000.	Hipótesis general Una metodología para mejorar la subrasante de la avenida La Huayrana, sería la estabilización del suelo de subrasante mediante la adición de ceniza de lenteja de agua y cemento.	VI: Ceniza de lenteja de agua y cemento	D1: Dosificaciones	SN+4.5%CLA+0.5%C	Ficha de observación	Tipo de Investigación Investigación aplicada
		SN+4%CLA+1%C			Enfoque de investigación Cuantitativo		
		SN 3%CLA+2%C			Diseño de investigación Experimental		
Problema específico 1	Objetivo específico 1	Hipótesis específica 1			SN+5%C		Población Avenida La Huayrana
Según estudios de mecánica de suelos previos realizados en la avenida La Huayrana, es sabido que el suelo de subrasante de la avenida la Huayrana presenta arcillas de alta plasticidad que al contacto con el agua proveniente de las precipitaciones pluviales ocasionan la expansión del suelo, ¿Cómo se podría reducir el índice de plasticidad del suelo de subrasante de la avenida La Huayrana, Juliaca-Puno?	Disminuir el índice de plasticidad del suelo de subrasante, mediante la adición de una mezcla de ceniza de lenteja de agua y cemento	Una alternativa técnica para disminuir el índice de plasticidad del suelo de subrasante sería mediante la adición de cenizas de lenteja de agua y cemento,					Muestra Km 0+000 – Km 1+000
Problema específico 2	Objetivo específico 2	Hipótesis específica 2					Muestreo No probabilístico
Debido a que el suelo de subrasante de la Avenida La Huayrana es clasificada como arcilla de alta plasticidad, este no posee una adecuada capacidad de soporte y no brindaría la resistencia necesaria frente a la carga del tráfico vehicular ¿De qué forma se podría elevar la capacidad de soporte del suelo de subrasante de la avenida La Huayrana, Juliaca-Puno?	Mejorar la capacidad de soporte del suelo de subrasante, mediante la adición de una mezcla de cenizas de lenteja de agua y cemento.	Una alternativa técnica para mejorar la resistencia del suelo de subrasante, sería incrementando la capacidad de soporte mediante la adición de cenizas de lenteja de agua y cemento,	VD: Mejoramiento de Subrasante	D1: Propiedades físicas y mecánicas	Límite líquido	Ficha de recopilación de información (ASTM D 1883/ASSHTO T-193)	Técnica de recolección de datos Observación directa
					Límite plástico		
					Índice de plasticidad		
Problema específico 3	Objetivo específico 3	Hipótesis específica 3			Máxima densidad seca	Ficha de recopilación de información (ASTM D 4253/NTP 339.137)	Instrumentos de recolección de datos Fichas de observación
				Contenido de humedad óptimo			
				CBR al 95% de la MDS			
El uso de estabilizantes comunes como el cemento origina el incremento del costo del mejoramiento de subrasantes para la construcción de carreteras ¿Cómo se podría reducir el uso de cemento en la estabilización de subrasante de la avenida La Huayrana, Juliaca-Puno?	Reducir el uso de cemento en la estabilización de subrasante mediante la adición de porcentajes de ceniza de lenteja de agua	Una alternativa técnica para reducir el uso del cemento en la estabilización de subrasantes sería mediante la adición de porcentajes de ceniza de lenteja de agua en reemplazo del cemento			CBR al 100% de la MDS	Ficha de recopilación de información (AASHTO T 294-921)	

Anexo 3. Reporte de similitud Turnitin

feedback studio HUGO COTRADO TICONA | Tesis formato Turnitin HUGO COTRADO TICONA.pdf

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mejoramiento de Subrasante con Adición de Cenizas de Lenteja de Agua y Cemento en la Avenida La Huayrana, Juliaca 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
Cotrado Ticona, Hugo (<https://orcid.org/0000-0002-9303-8520>)

Resumen de coincidencias

21 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe	Fuente de Internet	13 %
2	hdl.handle.net	Fuente de Internet	3 %
3	vsip.info	Fuente de Internet	<1 %
4	www.achello.edu.uy	Fuente de Internet	<1 %
5	JungHwan Oh, Kien A...	Publicación	<1 %
6	edoc.tips	Fuente de Internet	<1 %
7	repositorioacademico...	Fuente de Internet	<1 %
8	www.coursehero.com	Fuente de Internet	<1 %
9	Entregado a Universida...	Trabajo del estudiante	<1 %
10	Neyre Tekbilyk, Elif Uys...	Publicación	<1 %

Página: 1 de 47 | Número de palabras: 11385 | Versión solo texto del Informe | Alta resolución | Activado

Anexo 4. Validación de Instrumentos

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Jhovani Hubert Vilca Luque con CIP N° 221302 como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

“Mejoramiento de Subrasante con Adición de Cenizas de Lenteja de Agua y Cemento en la Avenida La Huayrana, Juliaca 2022”

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.					X
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.				X	
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.				X	
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.					X
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.					X
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.				X	
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.					X
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.				X	

VALORACION TOTAL	36
-------------------------	-----------

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 – 20	21 – 30	31 – 36	37 – 40

La valoración obtenida fue de 36 y está dentro del rango de valoración 31-36 y su validación fue BUENO.

Juliaca, 12 de agosto del 2022



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Edwin Yoel Choque Guzman con CIP N° 239714, como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

“Mejoramiento de Subrasante con Adición de Cenizas de Lenteja de Agua y Cemento en la Avenida La Huayrana, Juliaca 2022”

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.					X
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.					X
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.					X
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.				X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.				X	
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.					X
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.				X	
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.					X

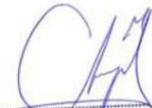
VALORACION TOTAL	37
-------------------------	----

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 – 20	21 – 30	31 – 36	37 – 40

La valoración obtenida fue de 37 y está dentro del rango de valoración 37-40 y su validación fue EXCELENTE.

Juliaca, 12 de agosto del 2022




Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Wiliam Callata Calsin con CIP N° 121308, como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

“Mejoramiento de Subrasante con Adición de Cenizas de Lenteja de Agua y Cemento en la Avenida La Huayrana, Juliaca 2022”

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.				X	
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.				X	
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.					X
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.					X
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.					X
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.					X
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.					X
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.					X

VALORACION TOTAL	38
-------------------------	-----------

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 – 20	21 – 30	31 – 36	37 – 40

La valoración obtenida fue de 38 y está dentro del rango de valoración 37-40 y su validación fue EXCELENTE



Juliaca, 12 de agosto de 2022

Anexo 5. Resultados análisis químico



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO: ANALISIS FISICO-QUÍMICO DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA

PROCEDENCIA : RIVERAS DE LA LAGO TITICACA
INTERESADO : HUGO COTRADO TICONA
MOTIVO : ANALISIS FISICO-QUIMICO :
FECHA DE MUESTREO : 10/10/2022(POR EL INTERESADO).
FECHA DE ANALISIS : 11/10/2022

CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS:

Aspecto : Líquido
Color : Incoloro

CARACTERISTICAS FISICOS:

pH		12.41
C.E	mS/cm	57.60
Solidos disueltos totales	g/l	28.80

CARACTERISTICAS QUIMICOS:

Dureza Total (como CaCO ₃)	ppm	361.00
Alcalinidad (como CaCO ₃)	ppm	12531.70
Cloruros (como Cl ⁻)	ppm	7318.94
Sulfatos (como SO ₄ ⁻²)	ppm	360.00
Calcio (como Ca ⁺²)	ppm	68.40

INTERPRETACION:

La muestra analizada es en iones solido por lo tanto los resultados serán interpretados en el área correspondiente.


ANALISTA
Ing. Deyvis Perillero de Callopoza
ANALISTA DE LA CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS
PLANTAS, BIOTECNOLOGIA DE ALIMENTOS Y FERTILIZANTES

Anexo 6. Resultados de ensayos de laboratorio

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
		VERSIÓN :	
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	PAGINA : 1	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE SUBRASANTE

FECHA : 12/09/2022

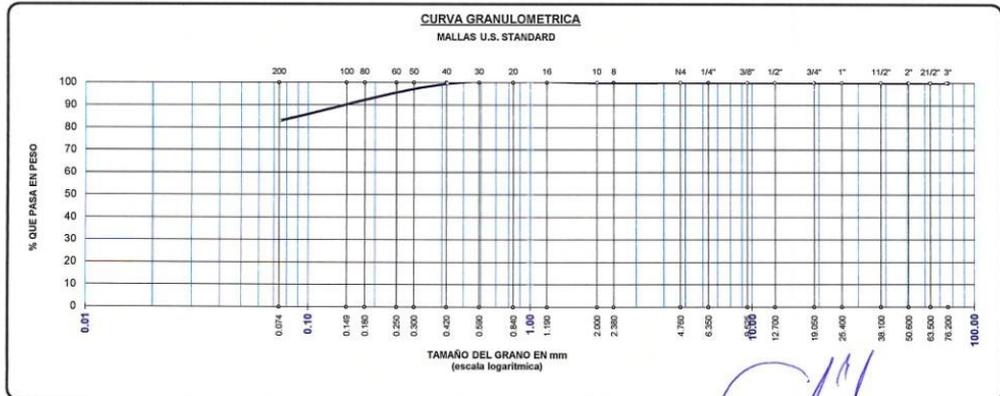
CALICATA : C - 01

TAMAÑO MÁXIMO	:	300.0	Pulg.	
PESO INICIAL	:	300.0	gr.	
FRACCIÓN	:	300.0	gr.	

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	MTC	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 16.25
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 30.79
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 20.06
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 10.73
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN (SUCS) : CL
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-6 (8)
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350						
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		
No8	2.380						
No10	2.000	0.23	0.08	0.08	99.92		
No16	1.190						
No20	0.840						
No30	0.590						
No40	0.425	1.20	0.40	0.48	99.52		
No 50	0.300						
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149						
No200	0.075	49.45	16.48	16.96	83.04		
BASE		249.12	83.04	100.00	0.00		
TOTAL		300.00	100.00				
% PERDIDA		83.04	27.68				



% GRAVA	0.00	% ARENA	16.96	% FINOS	83.04
---------	------	---------	-------	---------	-------



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.S.	VERSION :	
		PAGINA :	2

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : CONTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE SUBRASANTE

FECHA : 12/09/2022

CALICATA : C - 01

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
PROMEDIO		%

HUMEDAD NATURAL		
12	13	14
468.90	576.30	513.60
408.67	501.77	448.70
48.08	34.45	45.56
60.23	74.53	64.90
360.59	467.32	403.14
16.70	15.95	16.10
16.25		

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	VERSIÓN :	
"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	PAGINA :	3

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE SUBRASANTE FECHA : 12/09/2022

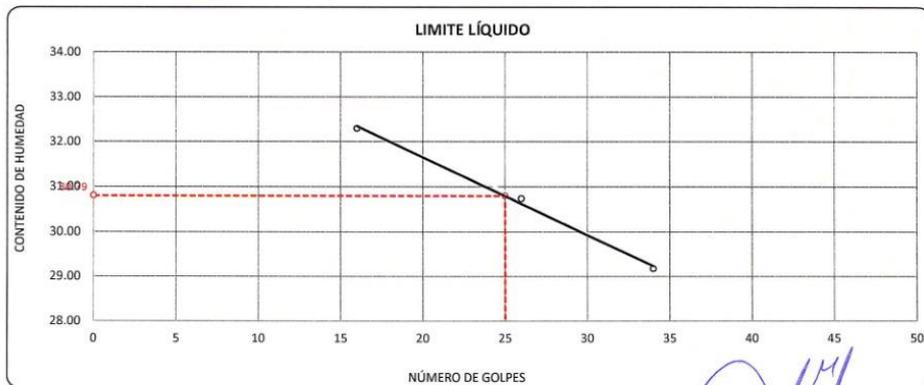
CALICATA : C - 01

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
Nro. DE GOLPES		
PROMEDIO		%

LIMITE LÍQUIDO		
9	10	11
66.90	69.37	63.22
62.46	64.57	59.34
48.71	48.95	46.04
4.44	4.80	3.88
13.75	15.62	13.30
32.29	30.73	29.17
16	26	34

LIMITE PLÁSTICO	
5	6
30.98	27.84
30.08	26.88
25.58	22.11
0.90	0.96
4.50	4.77
20.00	20.13
----	----
20.06	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	30.8	20.1	10.7	16.25
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA : 4

RUC - 20606762357

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : CONTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE SUBRASANTE

FECHA : 13/09/2022

CALICATA : C - 01

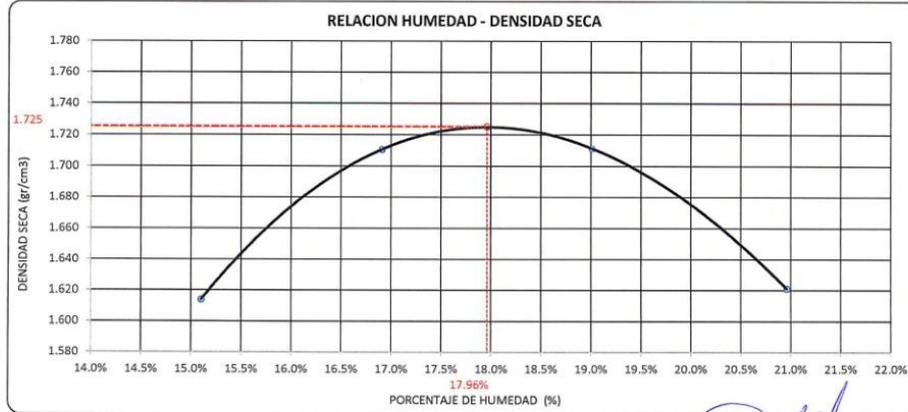
DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE	949	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3956	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5718	5853	5888	5816
P. DEL MOLDE	gr.	3956	3956	3956	3956
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1762	1897	1932	1860
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1.858	2.000	2.037	1.961

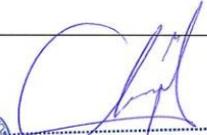
	No	14	15	16	17
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	644.08	486.98	506.58	580.34
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	569.84	410.17	437.54	492.08
PESO DE TARA	gr.	78.20	74.20	74.35	71.00
PESO DEL AGUA	gr.	74.24	56.81	69.04	88.26
PESO DE SUELO SECO	gr.	491.64	335.97	363.19	421.08
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	15.10%	16.91%	19.01%	20.96%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	15.10%	16.91%	19.01%	20.96%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.614	1.711	1.711	1.621

RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.725	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	17.96%
----------------------	-------	--------------------	-----------------------------	--------



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



 Ing. Edwin Voel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
		VERSIÓN :	
	INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.	PAGINA : 5	

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

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE SUBRASANTE

FECHA : 17/09/2022

CALICATA : C - 01

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
CAPAS		5		5		5	
GOLPES POR CAPA N°		55		26		12	
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	12267	12298	12285	12343	12165	12250
PESO DEL MOLDE	gr.	7983	7983	8245	8245	8387	8387
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	2122	2122	2119	2119	2110	2110
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4284	4315	4040	4098	3778	3863
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.019	2.033	1.907	1.934	1.791	1.831
TARRO N°		4		5		6	
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	550.74	426.29	549.09	549.41	569.08	484.31
TARRO + SUELO SECO	gr.	477.1	368.32	474.58	467.89	492.29	411.38
PESO DEL TARRO	gr.	46.94	47.87	46.83	45.95	42.95	46.39
PESO DEL AGUA	gr.	73.64	57.97	74.51	81.52	76.63	72.93
PESO DEL SUELO SECO	gr.	430.16	320.45	427.75	421.94	449.3	364.99
HUMEDAD	%	17.12%	18.09%	17.42%	19.32%	17.10%	19.98%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.724	1.722	1.624	1.621	1.529	1.526

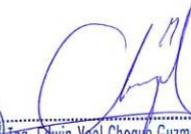
ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
13/09/22	09.00 AM.	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14/09/22	09.00 AM.	24:00:00	15.00	0.38	0.30	24.00	0.61	0.48	45.00	1.14	0.90
15/09/22	09.00 AM.	48:00:00	25.00	0.64	0.50	41.00	1.04	0.82	74.00	1.88	1.48
16/09/22	09.00 AM.	72:00:00	32.00	0.81	0.64	50.00	1.27	1.00	89.00	2.26	1.78
17/09/22	09.00 AM.	96:00:00	35.00	0.89	0.70	54.00	1.37	1.08	102.00	2.59	2.04

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pu/g.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
00:30	0.635	0.025	23.7	23.7	1.2		13.8	13.8	0.7		9.8	9.8	0.5	
01:00	1.270	0.050	38.0	38	1.9		26.3	26.3	1.3		18.3	18.3	0.9	
01:30	1.900	0.075	59.9	59.9	3.0		40.8	40.8	2.1		26.3	26.3	1.3	
02:00	2.540	0.100	81.5	81.5	4.1		54.4	54.4	2.7		33.4	33.4	1.7	
03:00	3.810	0.150	116.4	116.4	5.9		78.4	78.4	4.0		51.3	51.3	2.6	
04:00	5.080	0.200	155.9	155.9	7.9		104.2	104.2	5.3		67.2	67.2	3.4	
05:00	6.350	0.250	170.4	170.4	8.6		116.3	116.25	5.9		74.7	74.7	3.8	
06:00	7.620	0.300	184.9	184.9	9.3		128.3	128.3	6.5		82.2	82.2	4.2	
08:00	10.160	0.400	218.0	218	11.0		146.1	146.1	7.4		93.6	93.6	4.7	
10:00	12.700	0.500	240.2	240.2	12.1		166.0	166	8.4		106.3	106.3	5.4	

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

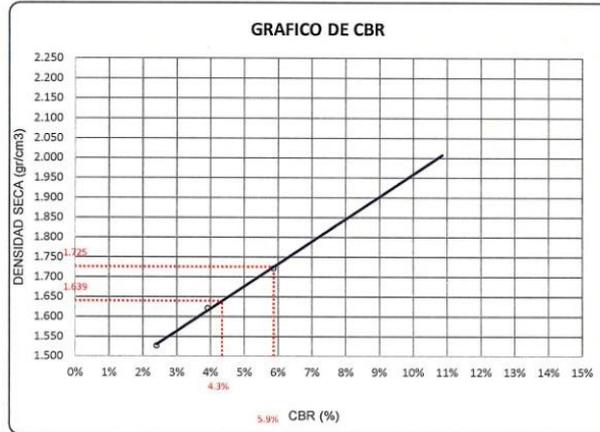
CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA : 6

RUC - 20606762357

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"
SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO
DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE SUBRASANTE
CALICATA : C - 01
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
FECHA : 17/09/2022

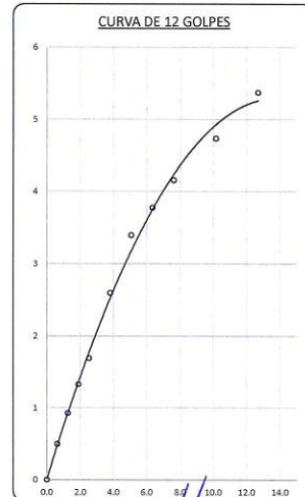
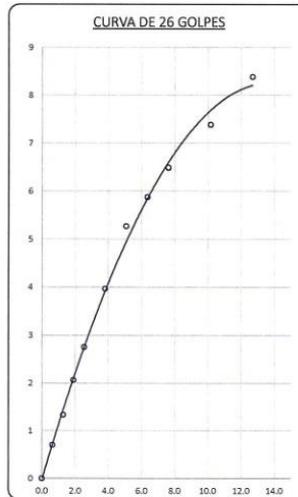
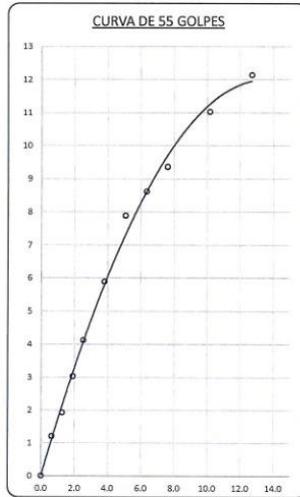


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01" AL 100% = 5.9%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 4.3%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.D.	VERSIÓN :	
	PAGINA :	

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (4.5%) - CEMENTO (0.5%) FECHA : 19/09/2022

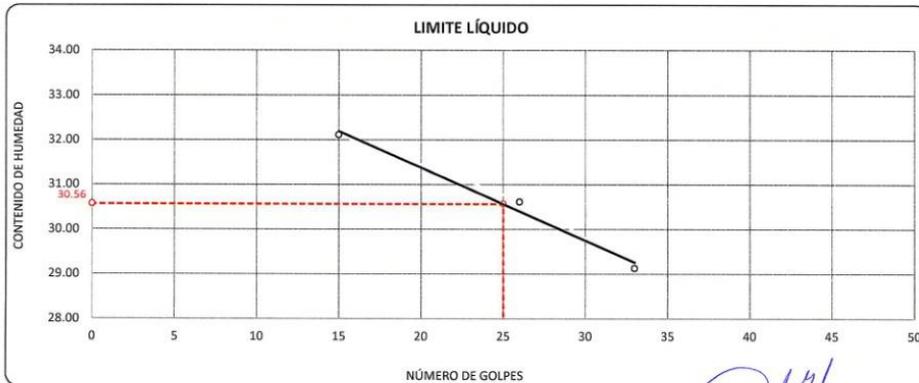
CALICATA : C - 01

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
Nro. DE GOLPES		
PROMEDIO		%

LIMITE LÍQUIDO		
8	9	10
68.34	65.18	69.21
63.70	61.32	64.64
49.25	48.71	48.95
4.84	3.86	4.57
14.45	12.61	15.69
32.11	30.61	29.13
15	26	33

LIMITE PLÁSTICO	
2	3
28.17	27.48
27.03	26.58
21.43	22.17
1.14	0.90
5.60	4.41
20.36	20.41
----	----
20.38	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	30.6	20.4	10.2	16.25
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Yoel Cheque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA :

RUC - 20606762357

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (4.5%) - CEMENTO (0.5%)

FECHA : 20/09/2022

CALICATA : C - 01

DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE	949	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3956	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5728	5848	5899	5815
P. DEL MOLDE	gr.	3956	3956	3956	3956
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1772	1892	1943	1859
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1.868	1.995	2.048	1.960

	No	22	23	24	25
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	446.22	628.09	603.94	444.83
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	398.65	549.85	521.41	381.91
PESO DE TARA	gr.	72.60	73.64	75.28	74.24
PESO DEL AGUA	gr.	47.57	78.24	82.53	62.92
PESO DE SUELO SECO	gr.	326.05	476.21	446.13	307.67
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	14.59%	16.43%	18.50%	20.45%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	14.59%	16.43%	18.50%	20.45%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.630	1.713	1.729	1.627

RESULTADOS

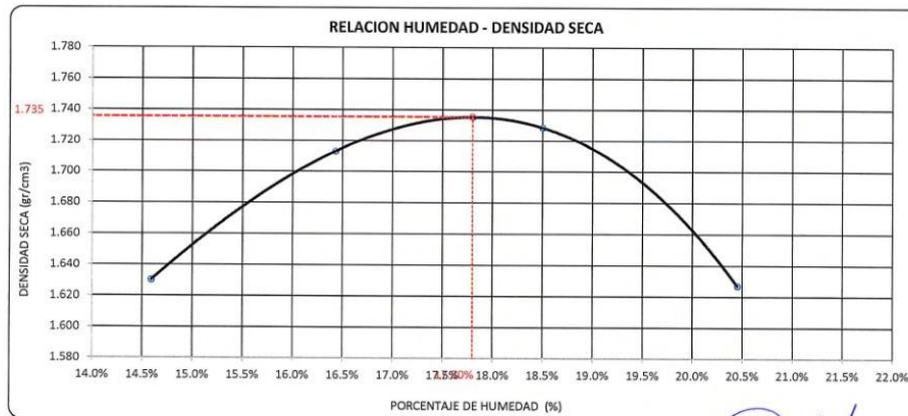
MAXIMA DENSIDAD SECA

1.735

gr/cm³

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

17.80%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
		VERSIÓN :	
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	PAGINA :	

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (4.5%) - CEMENTO (0.5%) FECHA : 24/09/2022

CALICATA : C - 01

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		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.	11895	11925	11675	11733	11542	11624
PESO DEL MOLDE	gr.	7562	7562	7547	7547	7679	7679
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	2126	2126	2131	2131	2123	2123
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4333	4363	4128	4186	3863	3945
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.038	2.052	1.937	1.964	1.820	1.858
TARRO N°		31	32	33	34	35	36
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	458.9	435.26	428.58	459.78	512.6	580.54
TARRO + SUELO SECO	gr.	397.43	374.73	372.41	393.29	443.01	490.15
PESO DEL TARRO	gr.	47.18	46.82	48.69	46.46	46.24	46.2
PESO DEL AGUA	gr.	61.47	60.53	56.17	65.49	69.79	90.39
PESO DEL SUELO SECO	gr.	350.25	327.91	323.72	346.83	396.77	443.95
HUMEDAD	%	17.55%	18.46%	17.35%	19.17%	17.59%	20.36%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.734	1.732	1.651	1.648	1.547	1.544

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
20/09/22	10.00 AM.	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21/09/22	10.00 AM.	24:00:00	15.00	0.38	0.30	24.00	0.61	0.48	43.00	1.09	0.86
22/09/22	10.00 AM.	48:00:00	23.00	0.59	0.46	38.00	0.97	0.76	69.00	1.75	1.38
23/09/22	10.00 AM.	72:00:00	28.00	0.71	0.56	45.00	1.14	0.90	82.00	2.08	1.64
24/09/22	10.00 AM.	96:00:00	32.00	0.81	0.64	50.00	1.27	1.00	95.00	2.41	1.90

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
00:30	0.635	0.025	40.4	40.4	2.0		27.2	27.2	1.4		15.8	15.8	0.8	
01:00	1.270	0.050	70.4	70.4	3.6		44.3	44.3	2.2		31.3	31.3	1.6	
01:30	1.900	0.075	109.4	109.4	5.5		72.6	72.6	3.7		46.8	46.8	2.4	
02:00	2.540	0.100	143.1	143.1	7.2		95.1	95.1	4.8		64.8	64.8	3.3	
03:00	3.810	0.150	212.8	212.8	10.8		140.3	140.3	7.1		93.0	93	4.7	
04:00	5.080	0.200	278.4	278.4	14.1		186.7	186.7	9.4		122.7	122.7	6.2	
05:00	6.350	0.250	319.1	319.1	16.1		210.5	210.5	10.6		137.0	137	6.9	
06:00	7.620	0.300	359.8	359.8	18.2		234.3	234.3	11.8		151.3	151.3	7.6	
08:00	10.160	0.400	383.7	383.7	19.4		262.5	262.5	13.3		172.6	172.6	8.7	
10:00	12.700	0.500	445.6	445.6	22.5		311.1	311.1	15.7		203.0	203	10.3	

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



 Ing. Edwin Voel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.S.

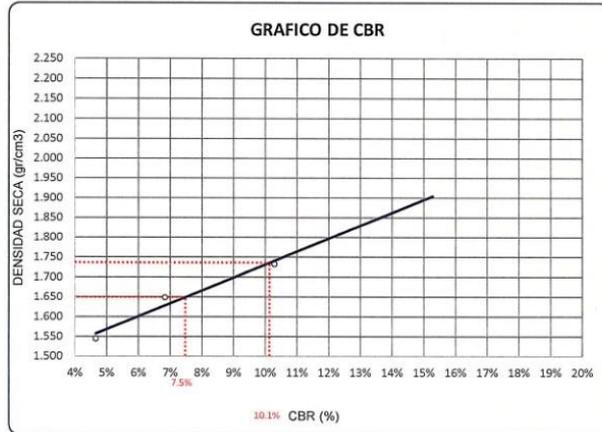
CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA :

RUC - 20606762357

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"
SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (4.5%) - CEMENTO (0.5%) FECHA : 24/09/2022
CALICATA : C - 01

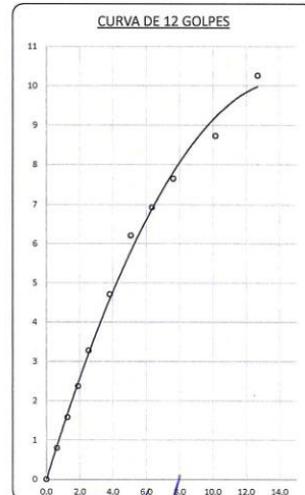
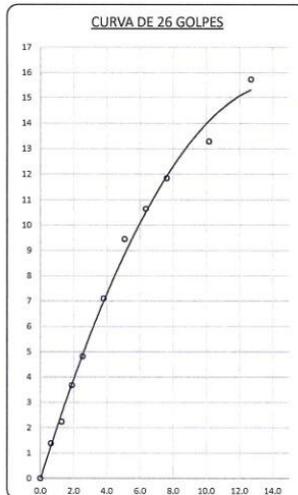
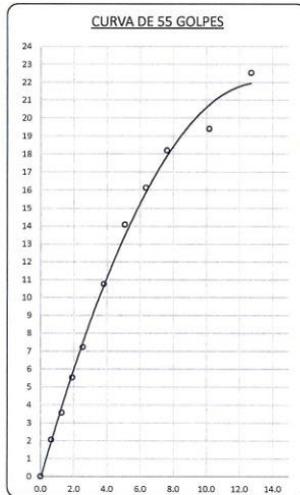


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01" AL 100% = 10.1%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 7.5%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC -
20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : CONTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (4%) - CEMENTO (1%)

FECHA : 19/09/2022

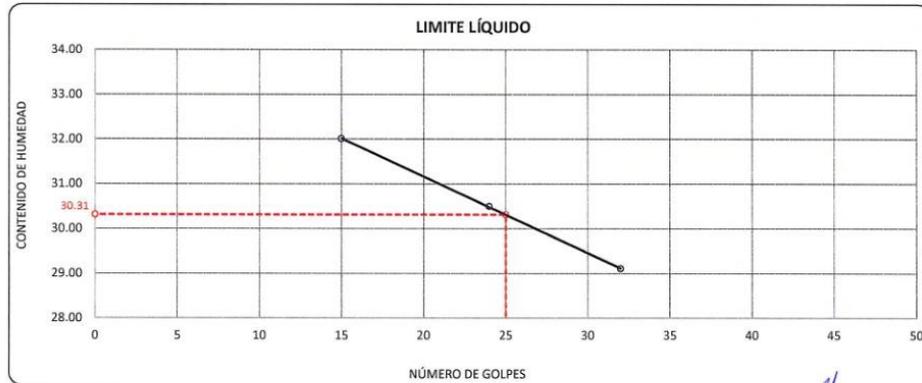
CALICATA : C - 01

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
Nro.DE GOLPES		
PROMEDIO		%

LIMITE LÍQUIDO		
8	9	10
68.88	66.17	65.76
64.12	62.09	61.97
49.25	48.71	48.95
4.76	4.08	3.79
14.87	13.38	13.02
32.01	30.49	29.11
15	24	32

LIMITE PLÁSTICO	
2	3
27.41	27.06
26.38	26.22
21.43	22.17
1.03	0.84
4.95	4.05
20.81	20.74
---	---
20.77	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	30.3	20.8	9.5	16.25
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Yoel Choqué Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA :

RUC - 20606762357

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : CONTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (4%) - CEMENTO (1%)

FECHA : 20/09/2022

CALICATA : C - 01

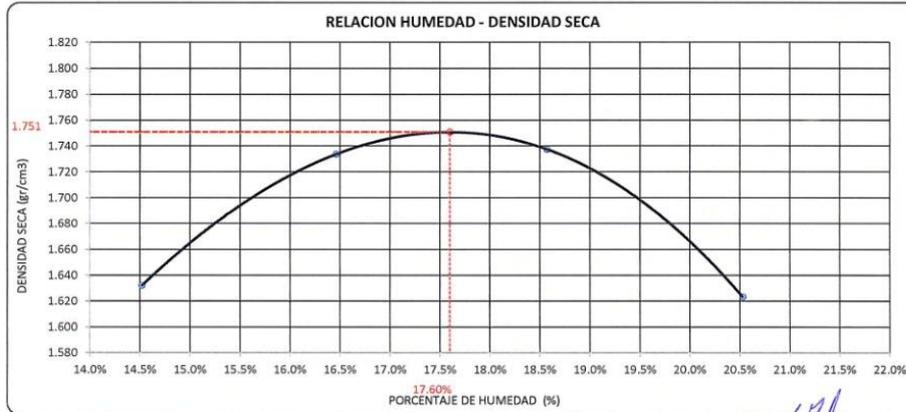
DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE	949	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3956	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5729	5871	5910	5812
P. DEL MOLDE	gr.	3956	3956	3956	3956
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1773	1915	1954	1856
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1.869	2.019	2.060	1.957

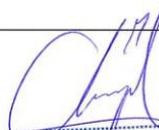
	No.	12	13	14	15
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	438.66	500.76	623.02	455.54
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	392.96	441.24	537.69	390.59
PESO DE TARA	gr.	78.20	79.65	78.20	74.20
PESO DEL AGUA	gr.	45.70	59.52	85.33	64.95
PESO DE SUELO SECO	gr.	314.76	361.59	459.49	316.39
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	14.52%	16.46%	18.57%	20.53%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	14.52%	16.46%	18.57%	20.53%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.632	1.734	1.737	1.623

RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.751	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	17.60%
----------------------	-------	--------------------	-----------------------------	--------



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
		VERSIÓN :	
	'INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT' S.A.C.	PAGINA :	

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

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"
SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO **UBICACIÓN :** JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (4%) - CEMENTO (1%) **FECHA :** 24/09/2022
CALICATA : C - 01

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		55	26	12	5	5	5
CAPAS							
GOLPES POR CAPA N°							
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	12336	12361	12205	12257	11396	11477
PESO DEL MOLDE	gr.	7950	7950	8048	8048	7434	7434
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	2130	2130	2129	2129	2127	2127
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4386	4411	4157	4209	3902	4043
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.059	2.071	1.953	1.977	1.863	1.901
TARRO N°		30	31	32	33	34	35
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	538.02	550.88	522.82	471.3	424.44	521.96
TARRO + SUELO SECO	gr.	464.3	472.42	453.83	406.02	367.76	441.72
PESO DEL TARRO	gr.	46.61	47.18	46.82	48.69	46.46	46.24
PESO DEL AGUA	gr.	73.72	78.46	68.99	66.28	56.68	80.24
PESO DEL SUELO SECO	gr.	417.69	425.24	407.01	356.33	321.3	395.48
HUMEDAD	%	17.65%	18.46%	16.95%	18.60%	17.64%	20.29%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.750	1.748	1.670	1.667	1.583	1.580

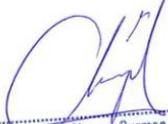
ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
20/09/22	10.00 AM.	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21/09/22	10.00 AM.	24:00:00	13.00	0.33	0.26	24.00	0.61	0.48	45.00	1.14	0.90
22/09/22	10.00 AM.	48:00:00	20.00	0.51	0.40	35.00	0.89	0.70	68.00	1.73	1.36
23/09/22	10.00 AM.	72:00:00	26.00	0.66	0.52	42.00	1.07	0.84	75.00	1.91	1.50
24/09/22	10.00 AM.	96:00:00	30.00	0.76	0.60	46.00	1.17	0.92	92.00	2.34	1.84

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	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
00:30	0.635	0.025	59.3	59.3	3.0	3.0	39.9	39.9	2.0	27.6	27.6	1.4	1.4	1.4
01:00	1.270	0.050	106.9	106.9	5.4	5.4	72.6	72.6	3.7	43.9	43.9	2.2	2.2	2.2
01:30	1.905	0.075	164.5	164.5	8.3	8.3	111.5	111.5	5.6	72.6	72.6	3.7	3.7	3.7
02:00	2.540	0.100	218.0	218	11.0	11.0	147.9	147.9	7.5	95.3	95.3	4.8	4.8	4.8
03:00	3.810	0.150	326.2	326.2	16.5	16.5	219.2	219.2	11.1	140.1	140.1	7.1	7.1	7.1
04:00	5.080	0.200	423.6	423.6	21.4	21.4	288.1	288.1	14.6	183.5	183.5	9.3	9.3	9.3
05:00	6.350	0.250	472.8	472.8	23.9	23.9	326.0	326	16.5	209.2	209.15	10.6	10.6	10.6
06:00	7.620	0.300	522.0	522	26.4	26.4	363.9	363.9	18.4	234.8	234.8	11.9	11.9	11.9
08:00	10.160	0.400	598.5	598.5	30.3	30.3	397.7	397.7	20.1	259.0	259	13.1	13.1	13.1
10:00	12.700	0.500	672.9	672.9	34.0	34.0	469.5	469.5	23.7	289.2	289.2	14.6	14.6	14.6

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Toel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

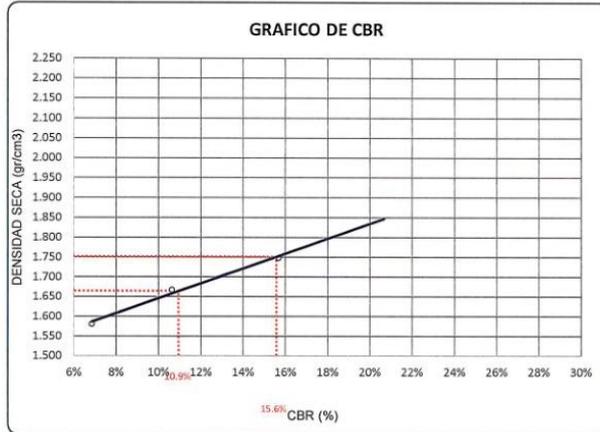
CODIGO:

VERSIÓN:

PAGINA:

RUC - 20606762357

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"
SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (4%) - CEMENTO (1%) FECHA : 24/09/2022
CALICATA : C - 01

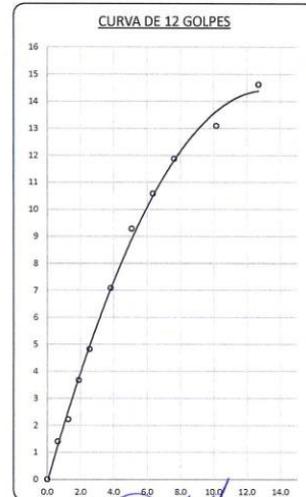
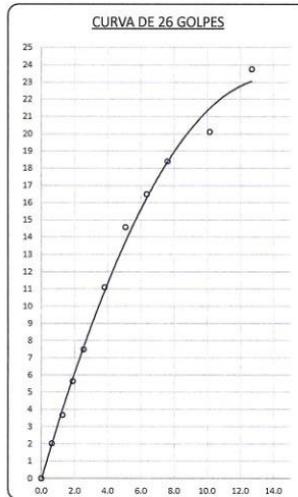
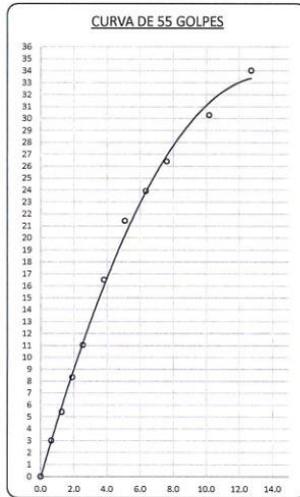


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01" AL 100% = 15.6%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 10.9%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSIÓN :	
	PAGINA :	

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO **UBICACIÓN** : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (3%) - CEMENTO (2%) **FECHA** : 19/09/2022

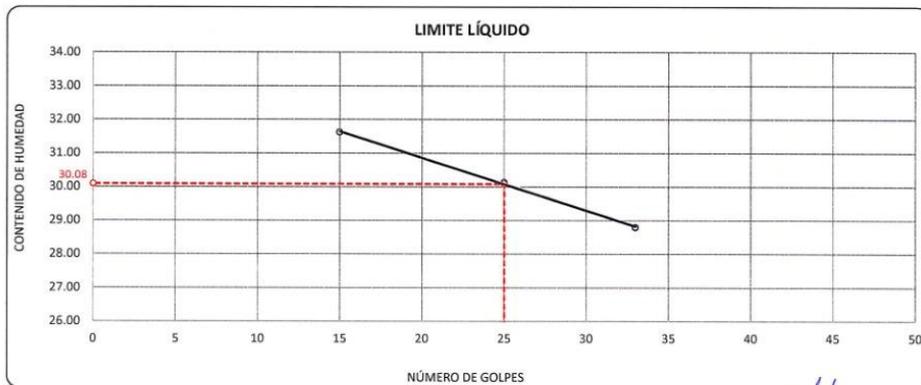
CALICATA : C - 01

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
Nro. DE GOLPES		
PROMEDIO		%

LIMITE LÍQUIDO		
1	2	3
67.59	66.93	67.78
63.02	62.64	64.00
48.57	48.40	50.87
4.57	4.29	3.78
14.45	14.24	13.13
31.63	30.13	28.79
15	25	33

LIMITE PLÁSTICO	
9	10
27.66	30.01
26.68	28.92
22.10	23.78
0.98	1.09
4.58	5.14
21.40	21.21
---	---
21.30	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	30.1	21.3	8.8	16.25
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA :

RUC - 20606762357

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : CONTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUÑO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (3%) - CEMENTO (2%)

FECHA : 20/09/2022

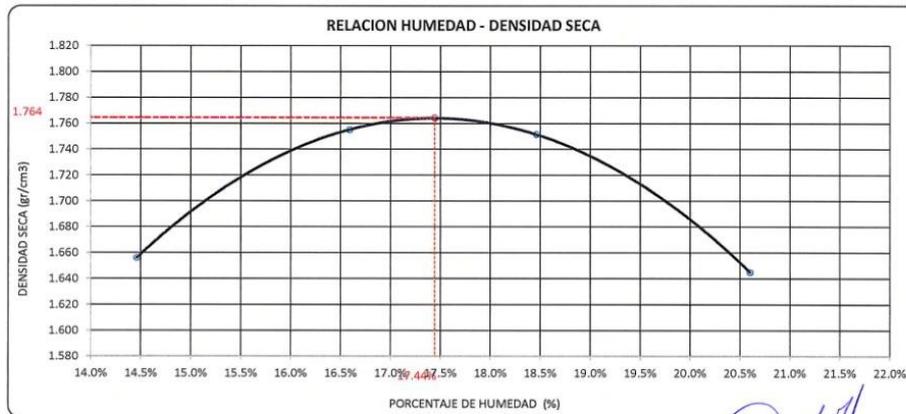
CALICATA : C - 01

DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE	949	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3956	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5754	5897	5924	5838
P. DEL MOLDE	gr.	3956	3956	3956	3956
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1798	1941	1968	1882
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1.898	2.046	2.075	1.984

	No	17	18	19	20
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	422.15	602.08	651.24	496.42
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	377.79	526.58	560.98	423.79
PESO DE TARA	gr.	71.00	71.48	72.05	71.23
PESO DEL AGUA	gr.	44.36	75.50	90.26	72.63
PESO DE SUELO SECO	gr.	306.79	455.10	488.93	352.56
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	14.46%	16.59%	18.46%	20.60%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	14.46%	16.59%	18.46%	20.60%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.656	1.755	1.751	1.645

RESULTADOS			
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.764	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
			17.44%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
		VERSIÓN :	
	'INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT' S.A.C.	PAGINA :	

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

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (3%) - CEMENTO (2%)

FECHA : 24/09/2022

CALICATA : C - 01

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		5		5		5	
		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	12649	12673	12585	12636	12253	12331
PESO DEL MOLDE	gr.	8245	8245	8387	8387	8255	8255
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	2119	2119	2110	2110	2119	2119
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4404	4428	4198	4249	3998	4076
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.078	2.090	1.990	2.014	1.887	1.924
TARRO N°		38	39	40	41	42	43
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	555.6	462.13	433.83	497.37	559.92	585.16
TARRO + SUELO SECO	gr.	478.43	397.19	379.95	425.02	482.93	494.89
PESO DEL TARRO	gr.	48.91	48.91	48.59	49.77	50.95	51.54
PESO DEL AGUA	gr.	77.17	64.94	57.88	72.35	76.99	90.27
PESO DEL SUELO SECO	gr.	431.62	348.58	327.37	375.25	432.275	443.35
HUMEDAD	%	17.88%	18.63%	17.68%	19.28%	17.81%	20.36%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.763	1.761	1.691	1.688	1.602	1.598

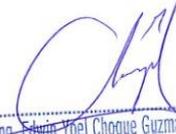
ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
20/09/22	10.00 AM.	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21/09/22	10.00 AM.	24:00:00	10.00	0.25	0.29	20.00	0.51	0.40	40.00	1.02	0.80
22/09/22	10.00 AM.	48:00:00	16.00	0.41	0.32	29.00	0.74	0.58	55.00	1.40	1.10
23/09/22	10.00 AM.	72:00:00	22.00	0.56	0.44	36.00	0.91	0.72	64.00	1.63	1.28
24/09/22	10.00 AM.	96:00:00	26.00	0.66	0.52	40.00	1.02	0.80	89.00	1.75	1.38

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
00:30	0.635	0.025	85.3	85.3	4.3		56.2	56.2	2.8		38.4	38.4	1.9	
01:00	1.270	0.050	152.4	152.4	7.7		100.9	100.9	5.1		69.7	69.7	3.5	
01:30	1.900	0.075	239.1	239.1	12.1		157.0	157.0	7.9		105.8	105.8	5.3	
02:00	2.540	0.100	319.7	319.7	16.2		209.6	209.6	10.6		143.5	143.5	7.3	
03:00	3.810	0.150	475.2	475.2	24.0		305.2	305.2	15.4		209.5	209.5	10.6	
04:00	5.080	0.200	619.5	619.5	31.3		406.4	406.4	20.5		276.1	276.1	14.0	
05:00	6.350	0.250	704.7	704.65	35.6		447.7	447.7	22.6		307.5	307.5	15.5	
06:00	7.620	0.300	789.8	789.8	39.9		489.0	489.0	24.7		338.9	338.9	17.1	
08:00	10.160	0.400	850.8	850.8	43.0		565.1	565.1	28.6		377.9	377.9	19.1	
10:00	12.700	0.500	1037.8	1037.8	52.5		656.1	656.1	33.2		441.6	441.6	22.3	

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORT



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"
SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (3%) - CEMENTO (2%) FECHA : 24/09/2022
CALICATA : C - 01

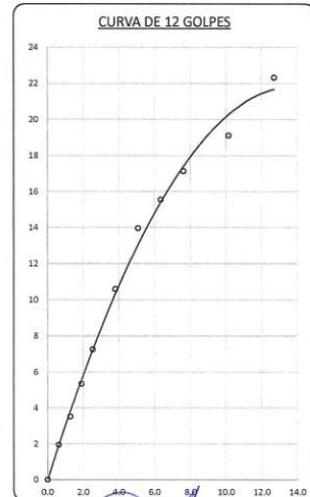
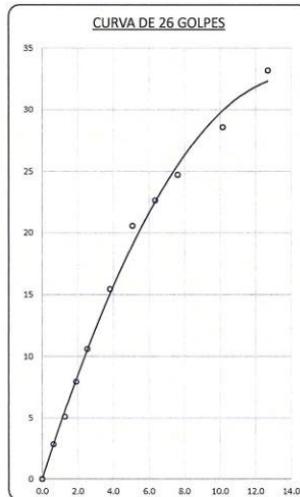
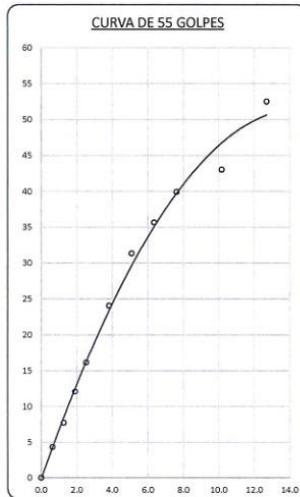


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01" AL 100% = 22.6%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 15.6%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	VERSIÓN :	
"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	PAGINA :	

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : CONTRADO TICONA, HUGO UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CEMENTO (5%) FECHA : 19/09/2022

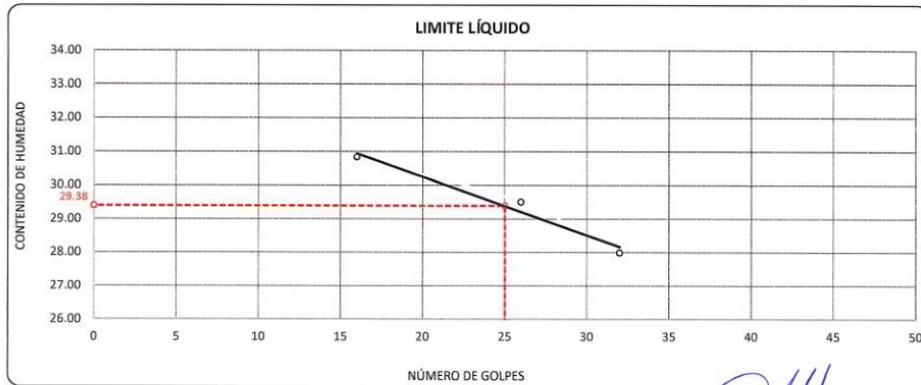
CALICATA : C - 01

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
Nro.DE GOLPES		
PROMEDIO		%

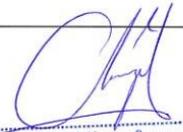
LIMITE LÍQUIDO		
4	5	6
67.71	67.13	66.96
62.94	62.91	63.44
47.47	48.60	50.86
4.77	4.22	3.52
15.47	14.31	12.58
30.83	29.49	27.98
16	26	32

LIMITE PLÁSTICO	
10	11
29.85	29.24
28.76	27.98
23.78	22.25
1.09	1.26
4.98	5.73
21.89	21.99
---	---
21.94	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	29.4	21.9	7.4	16.25
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA :

RUC - 20606762357

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : CONTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CEMENTO (5%)

FECHA : 20/09/2022

CALICATA : C - 01

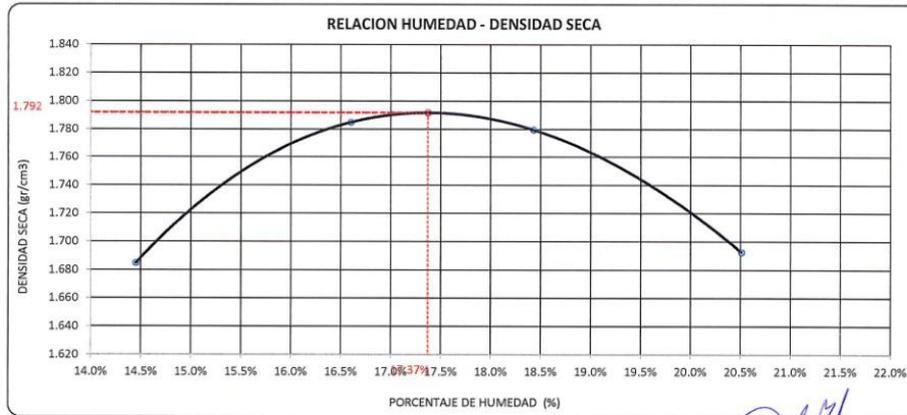
DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE	949	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3956	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5785	5930	5955	5891
P. DEL MOLDE	gr.	3956	3956	3956	3956
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1829	1974	1999	1935
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1.928	2.081	2.107	2.040

	No	5	6	7	8
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	427.63	568.66	511.67	618.04
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	382.94	498.41	443.17	525.78
PESO DE TARA	gr.	73.66	75.20	71.48	75.95
PESO DEL AGUA	gr.	44.69	70.25	68.50	92.26
PESO DE SUELO SECO	gr.	309.28	423.21	371.69	449.83
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	14.45%	16.60%	18.43%	20.51%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	14.45%	16.60%	18.43%	20.51%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.685	1.785	1.779	1.693

RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.792	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	17.37%
----------------------	-------	--------------------	-----------------------------	--------



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
		VERSIÓN :	
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	PAGINA :	

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CEMENTO (5%)

FECHA : 24/09/2022

CALICATA : C - 01

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		5		5		5	
		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	12125	12147	11651	11699	11540	11617
PESO DEL MOLDE	gr.	7679	7679	7385	7385	7442	7442
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	2123	2123	2115	2115	2129	2129
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4446	4468	4266	4314	4098	4175
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.094	2.105	2.017	2.040	1.925	1.961
TARRO N°		18	19	20	21	22	23
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	441.11	499.09	504.44	513.79	487.26	543.82
TARRO + SUELO SECO	gr.	383.6	431.03	439.4	442.77	422.85	463.43
PESO DEL TARRO	gr.	45.5	45.66	45.47	47.34	43.07	48.17
PESO DEL AGUA	gr.	57.51	68.06	65.04	71.02	64.41	80.39
PESO DEL SUELO SECO	gr.	338.1	385.37	393.93	395.43	379.78	415.26
HUMEDAD	%	17.01%	17.66%	16.51%	17.96%	16.96%	19.36%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.790	1.789	1.731	1.729	1.646	1.643

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
20/09/22	10.00 AM.	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21/09/22	10.00 AM.	24:00:00	6.00	0.15	0.12	15.00	0.38	0.30	16.00	0.41	0.32
22/09/22	10.00 AM.	48:00:00	10.00	0.25	0.20	24.00	0.61	0.48	29.00	0.74	0.58
23/09/22	10.00 AM.	72:00:00	14.00	0.36	0.28	29.00	0.74	0.58	34.00	0.86	0.68
24/09/22	10.00 AM.	96:00:00	16.00	0.41	0.32	31.00	0.79	0.62	39.00	0.99	0.78

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	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
00:30	0.635	0.025	121.2	121.2	6.1	79.0	79	4.0	54.8	54.8	2.8	2.8	2.8	2.8
01:00	1.270	0.050	217.0	217	11.0	143.9	143.9	7.3	92.7	92.7	4.7	4.7	4.7	4.7
01:30	1.900	0.075	335.3	335.3	16.9	222.0	222	11.2	145.1	145.1	7.3	7.3	7.3	7.3
02:00	2.540	0.100	451.8	451.8	22.8	297.6	297.6	15.0	193.7	193.7	9.8	9.8	9.8	9.8
03:00	3.810	0.150	659.1	659.1	33.3	432.4	432.4	21.9	286.7	286.7	14.5	14.5	14.5	14.5
04:00	5.080	0.200	872.5	872.5	44.1	571.8	571.8	28.9	376.0	376	19.0	19.0	19.0	19.0
05:00	6.350	0.250	987.6	987.6	49.9	653.5	653.45	33.0	424.8	424.75	21.5	21.5	21.5	21.5
06:00	7.620	0.300	1102.7	1102.7	55.7	735.1	735.1	37.2	473.5	473.5	23.9	23.9	23.9	23.9
08:00	10.160	0.400	1220.8	1220.8	61.7	794.3	794.3	40.2	516.4	516.4	26.1	26.1	26.1	26.1
10:00	12.700	0.500	1430.5	1430.5	72.3	960.3	960.3	48.5	587.4	587.4	29.7	29.7	29.7	29.7

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



 Ing. Edwin Joel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esd. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

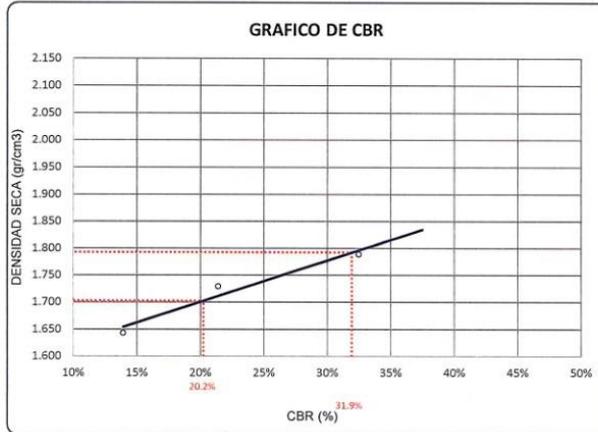
CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA :

RUC - 20606762357

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"
SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO
DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CEMENTO (5%)
CALICATA : C - 01
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
FECHA : 24/09/2022

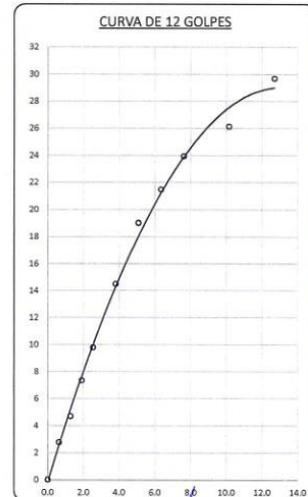
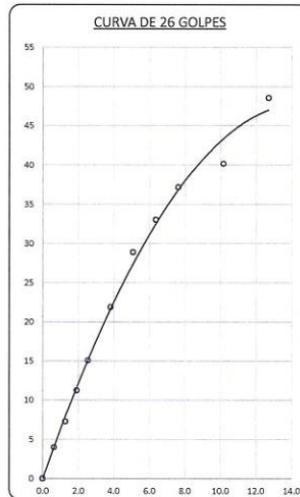
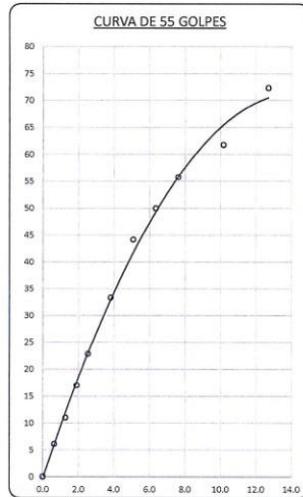


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01" AL 100% = 31.9%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 20.2%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

RUC - 20606762357

VERSIÓN :

'INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT' S.A.O.

PAGINA : 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

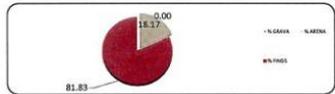
DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE SUBRASANTE

FECHA : 12/09/2022

CALICATA : C - 02

TAMAÑO MÁXIMO	:	Pulg.
PESO INICIAL	:	500.0 gr.
FRACCIÓN	:	500.0 gr.

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	MTC	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 18.31
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 32.62
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 20.95
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 11.67
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN (SUCS) : CL
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-6 (9)
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350						
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		
No8	2.380						
No10	2.000	0.65	0.13	0.13	99.87		
No16	1.190						
No20	0.840						
No30	0.590						
No40	0.425	1.89	0.38	0.51	99.49		
No50	0.300						
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149						
No200	0.075	88.32	17.66	18.17	81.83		
BASE		409.14	81.83	100.00	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		81.83	16.37				

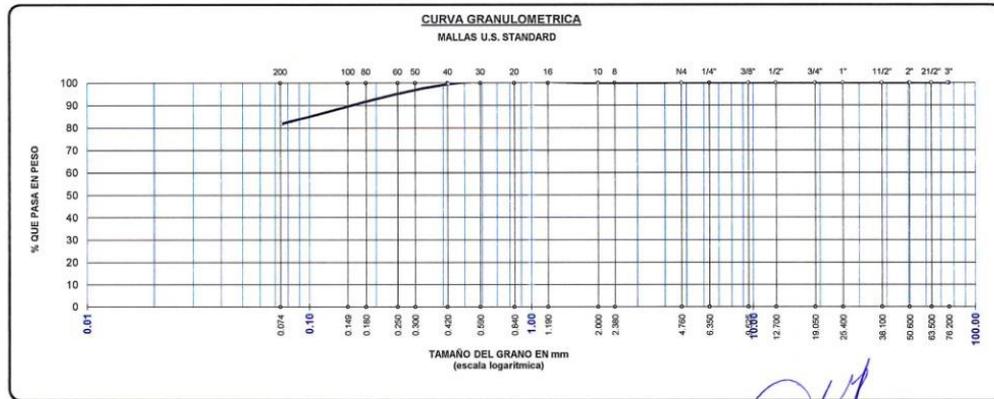


% GRAVA 0.00 % ARENA 18.17 % FINOS 81.83

D 10 = --- D 30 = --- D 60 = ---

Cu = --- Cc = ---

OBSERVACIONES :



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.S.

PAGINA : 2

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : CONTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE SUBRASANTE

FECHA : 12/09/2022

CALICATA : C - 02

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
PROMEDIO		%

HUMEDAD NATURAL		
34	35	36
590.50	613.40	546.60
503.60	527.29	470.18
46.46	46.24	46.20
86.90	86.11	76.42
457.14	481.05	423.98
19.01	17.90	18.02
18.31		

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20806762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSIÓN :	
		PAGINA :	3

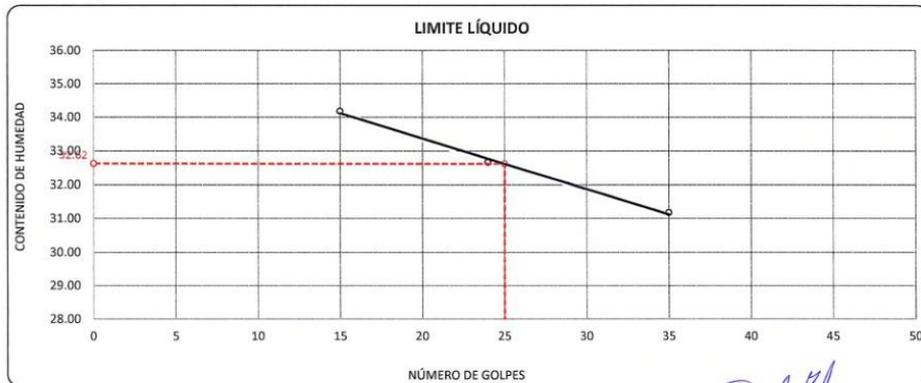
LIMITE DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

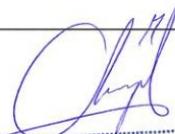
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"
SOLICITANTE : CONTRADO TICONA, HUGO **UBICACIÓN** : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE SUBRASANTE **FECHA** : 12/09/2022
CALICATA : C - 02

DESCRIPCIÓN	UNID.	LIMITE LÍQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
		9	10	11	4	5
Nro. DEL RECIPIENTE		68.26	69.91	64.22	28.69	30.81
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A gr.	63.28	64.75	59.90	27.64	29.90
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B gr.	48.71	48.95	46.04	22.60	25.58
PESO DEL RECIPIENTE	C gr.	4.98	5.16	4.32	1.05	0.91
PESO DEL AGUA	D=A-B gr.	14.57	15.80	13.86	5.04	4.32
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C gr.	34.18	32.66	31.17	20.83	21.06
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100 %	15	24	35	----	----
Nro. DE GOLPES		----			20.95	
PROMEDIO	%					

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	32.6	20.9	11.7	18.31
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA : 4

RUC - 20606762357

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE SUBRASANTE

FECHA : 13/09/2022

CALICATA : C - 02

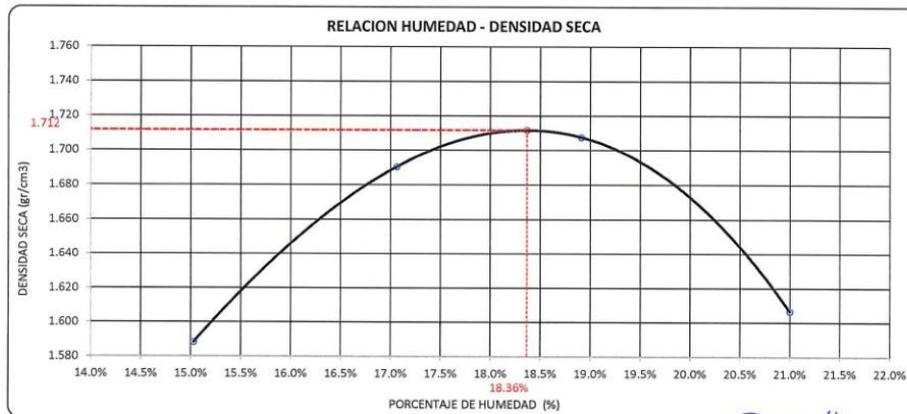
DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE	949	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3956	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5689	5833	5882	5800
P. DEL MOLDE	gr.	3956	3956	3956	3956
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1733	1877	1926	1844
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1.827	1.979	2.030	1.944

	No	23	24	25	26
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	544.04	629.08	638.90	575.77
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	482.58	548.37	549.10	488.74
PESO DE TARA	gr.	73.64	75.28	74.24	74.29
PESO DEL AGUA	gr.	61.46	80.71	89.80	87.03
PESO DE SUELO SECO	gr.	408.94	473.09	474.86	414.45
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	15.03%	17.06%	18.91%	21.00%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	15.03%	17.06%	18.91%	21.00%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.588	1.690	1.708	1.607

RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.712	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	18.36%
----------------------	-------	--------------------	-----------------------------	--------



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
		VERSIÓN :	
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.S.	PAGINA : 5	

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE SUBRASANTE FECHA : 17/09/2022

CALICATA : C - 02

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		5		5		5	
		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	12260	12291	12201	12260	11763	11847
PESO DEL MOLDE	gr.	7968	7968	8161	7950	7950	7950
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	2127	2127	2125	2125	2130	2130
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4292	4323	4040	4099	3813	3897
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.018	2.032	1.901	1.929	1.790	1.830
TARRO N°		37	38	39	40	41	42
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	475.21	554	571.61	475.46	430.45	458.7
TARRO + SUELO SECO	gr.	409.76	473.06	494.02	409.34	372.62	388.36
PESO DEL TARRO	gr.	46.54	46.81	48.61	48.58	49.77	50.855
PESO DEL AGUA	gr.	65.45	80.94	77.59	69.12	57.93	70.34
PESO DEL SUELO SECO	gr.	363.22	426.25	445.41	357.76	322.75	337.705
HUMEDAD	%	18.02%	18.99%	17.42%	19.32%	17.95%	20.83%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.710	1.708	1.619	1.617	1.518	1.514

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
13/09/22	09.00 AM.	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14/09/22	09.00 AM.	24:00:00	26.00	0.66	0.52	41.00	1.04	0.82	70.00	1.78	1.40
15/09/22	09.00 AM.	48:00:00	38.00	0.97	0.76	65.00	1.65	1.30	99.00	2.51	1.98
16/09/22	09.00 AM.	72:00:00	41.00	1.04	0.82	78.00	1.98	1.56	111.00	2.82	2.23
17/09/22	09.00 AM.	96:00:00	46.00	1.17	0.92	83.00	2.11	1.66	120.00	3.05	2.41

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
00:30	0.635	0.025	19.9	19.9	1.0		14.1	14.1	0.7		8.9	8.9	0.4	
01:00	1.270	0.050	35.7	35.7	1.8		23.0	23	1.2		16.7	16.7	0.8	
01:30	1.900	0.075	54.8	54.8	2.8		35.3	35.3	1.8		27.1	27.1	1.4	
02:00	2.540	0.100	75.2	75.2	3.8		48.9	48.9	2.5		34.6	34.6	1.7	
03:00	3.810	0.150	109.2	109.2	5.5		72.4	72.4	3.7		48.9	48.9	2.5	
04:00	5.080	0.200	144.1	144.1	7.3		95.8	95.8	4.8		65.5	65.5	3.3	
05:00	6.350	0.250	159.6	159.6	8.1		108.1	108.1	5.5		72.7	72.7	3.7	
06:00	7.620	0.300	175.1	175.1	8.9		120.4	120.4	6.1		79.9	79.9	4.0	
08:00	10.160	0.400	205.4	205.4	10.4		132.1	132.1	6.7		92.1	92.1	4.7	
10:00	12.700	0.500	239.5	239.5	12.1		159.4	159.4	8.1		108.5	108.5	5.5	

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



 Ing. Edwin Toel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.S.

CODIGO :

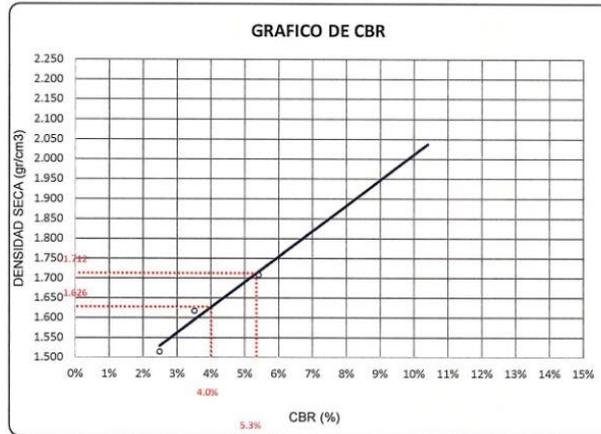
VERSIÓN :

PAGINA :

6

RUC - 20606762357

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"
SOLICITANTE : CONTRADO TICONA, HUGO UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE SUBRASANTE FECHA : 17/09/2022
CALICATA : C - 02

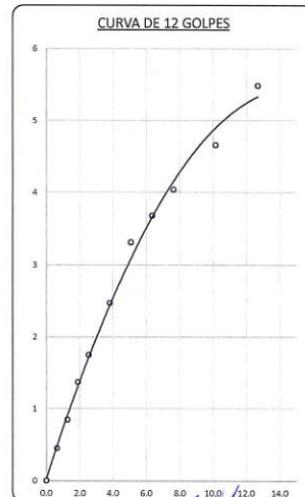
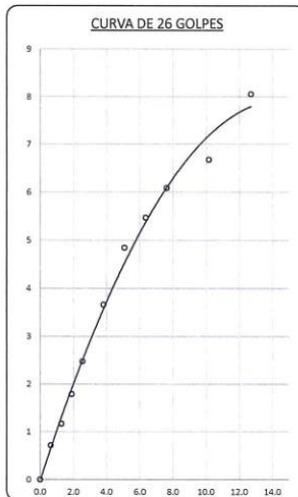
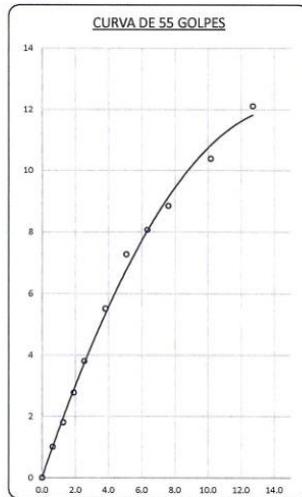


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01" AL 100% = 5.3%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 4.0%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSIÓN :	
		PAGINA :	

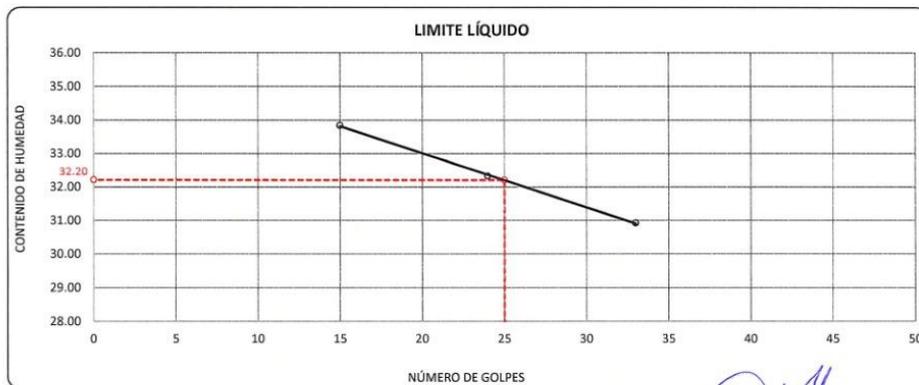
LIMITE DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

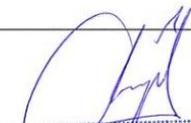
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"
SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO **UBICACIÓN** : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (4.5%) - CEMENTO (0.5%) **FECHA** : 26/09/2022
CALICATA : C - 02

DESCRIPCIÓN	UNID.	LIMITE LÍQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
		6	7	8	4	5
Nro. DEL RECIPIENTE						
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A gr.	71.07	67.12	69.87	29.58	32.48
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B gr.	65.96	62.65	65.00	28.36	31.28
PESO DEL RECIPIENTE	C gr.	50.86	48.82	49.25	22.60	25.58
PESO DEL AGUA	D=A-B gr.	5.11	4.47	4.87	1.22	1.20
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C gr.	15.10	13.83	15.75	5.76	5.70
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100 %	33.84	32.32	30.92	21.18	21.05
Nro.DE GOLPES		15	24	33		
PROMEDIO	%	---			21.12	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	32.2	21.1	11.1	18.31
ESPECIFICACIONES TECNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA :

RUC - 20606762357

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : CONTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (4.5%) - CEMENTO (0.5%)

FECHA : 27/09/2022

CALICATA : C - 02

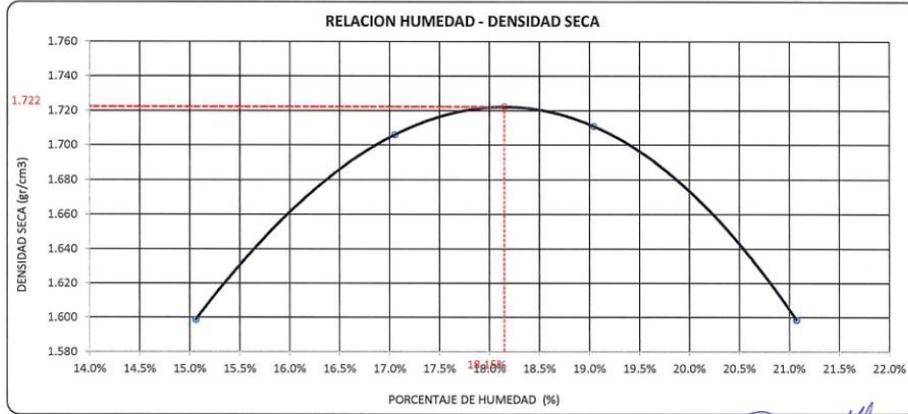
DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE	949	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3956	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5701	5850	5888	5792
P. DEL MOLDE	gr.	3956	3956	3956	3956
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1745	1894	1932	1836
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1.840	1.997	2.037	1.936

	No	29	30	31	32
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	557.03	476.05	482.56	633.95
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	493.60	417.21	416.74	536.54
PESO DE TARA	gr.	72.44	72.08	71.05	74.24
PESO DEL AGUA	gr.	63.43	58.84	65.82	97.41
PESO DE SUELO SECO	gr.	421.16	345.13	345.69	462.30
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	15.06%	17.05%	19.04%	21.07%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	15.06%	17.05%	19.04%	21.07%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.599	1.706	1.711	1.599

RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.722	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	18.15%
----------------------	-------	--------------------	-----------------------------	--------



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Noel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
		VERSIÓN :	
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.S.	PAGINA :	

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (4.5%) - CEMENTO (0.5%) FECHA : 1/10/2022

CALICATA : C - 02

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		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.	11867	11895	11722	11774	11460	11536
PESO DEL MOLDE	gr.	7556	7556	7620	7620	7562	7562
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	2124	2124	2125	2125	2125	2126
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4311	4339	4102	4154	3898	3974
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.030	2.043	1.930	1.955	1.833	1.869
TARRO N°		6	7	8	9	10	11
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	459.24	464.65	530.71	549.11	431.33	540.78
TARRO + SUELO SECO	gr.	396.45	398.36	458.56	468.74	373.12	456.54
PESO DEL TARRO	gr.	46.83	45.95	42.95	46.39	49.02	45.79
PESO DEL AGUA	gr.	62.79	66.29	72.15	80.37	58.21	84.24
PESO DEL SUELO SECO	gr.	349.62	352.41	415.61	422.35	324.1	410.75
HUMEDAD	%	17.96%	18.81%	17.36%	19.03%	17.96%	20.51%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.721	1.719	1.645	1.642	1.554	1.551

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
27/09/22	09:00 AM.	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/09/22	09:00 AM.	24:00:00	25.00	0.64	0.50	38.00	0.97	0.76	61.00	1.55	1.22
29/09/22	09:00 AM.	48:00:00	36.00	0.91	0.72	60.00	1.52	1.20	92.00	2.34	1.84
30/09/22	09:00 AM.	72:00:00	40.00	1.02	0.80	74.00	1.88	1.48	102.00	2.59	2.04
01/10/22	09:00 AM.	96:00:00	42.00	1.07	0.84	78.00	1.98	1.56	109.00	2.77	2.19

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
00:30	0.635	0.025	36.5	36.5	1.8		25.8	25.8	1.3		17.6	17.6	0.9	
01:00	1.270	0.050	64.5	64.5	3.3		43.9	43.9	2.2		30.1	30.1	1.5	
01:30	1.900	0.075	101.0	101	5.1		69.0	69	3.5		44.0	44	2.2	
02:00	2.540	0.100	133.3	133.3	6.7		89.6	89.6	4.5		60.9	60.9	3.1	
03:00	3.810	0.150	198.9	198.9	10.1		132.1	132.1	6.7		88.8	88.8	4.5	
04:00	5.080	0.200	259.8	259.8	13.1		175.5	175.5	8.9		115.4	115.4	5.8	
05:00	6.350	0.250	287.8	287.75	14.5		194.9	194.85	9.8		131.4	131.4	6.6	
06:00	7.620	0.300	315.7	315.7	16.0		214.2	214.2	10.8		147.4	147.4	7.5	
08:00	10.160	0.400	365.4	365.4	18.5		245.3	245.3	12.4		161.8	161.8	8.2	
10:00	12.700	0.500	409.7	409.7	20.7		285.1	285.1	14.4		189.0	189	9.6	

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

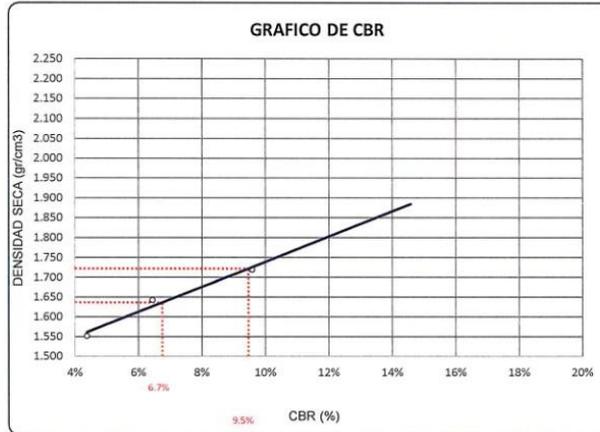
VERSIÓN :

PAGINA :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.S.

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"
SOLICITANTE : CONTRADO TICONA, HUGO UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (4.5%) - CEMENTO (0.5%) FECHA : 1/10/2022
CALICATA : C - 02

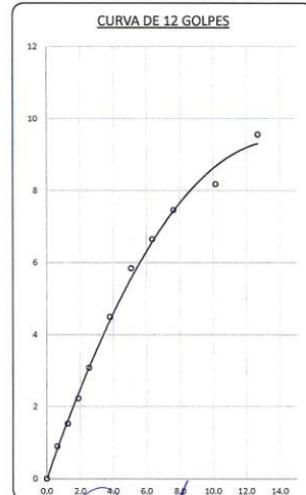
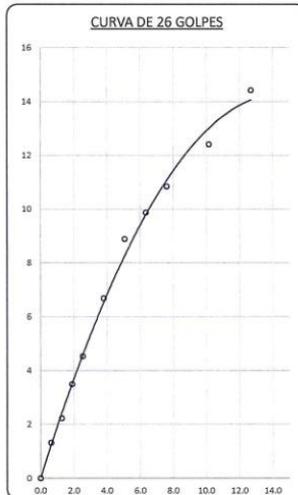
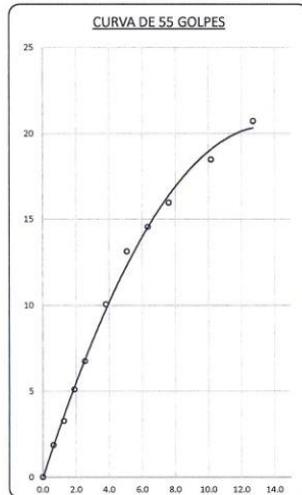


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01" AL 100% = 9.5%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 6.7%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Toal Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC -
20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : CONTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (4%) - CEMENTO (1%)

FECHA : 26/09/2022

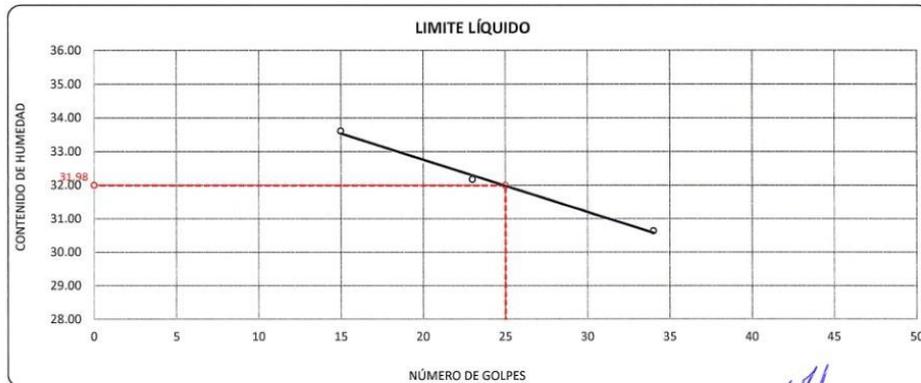
CALICATA : C - 02

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
Nro.DE GOLPES		
PROMEDIO		%

LIMITE LÍQUIDO		
10	11	12
66.80	65.27	66.74
62.31	60.59	62.89
48.95	46.04	50.32
4.49	4.68	3.85
13.36	14.55	12.57
33.81	32.16	30.63
15	23	34

LIMITE PLÁSTICO	
11	12
28.53	27.80
27.42	26.79
22.25	22.10
1.11	1.01
5.17	4.69
21.47	21.54
---	---
21.50	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	32.0	21.5	10.5	18.31
ESPECIFICACIONES TECNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTF



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA :

RUC - 20606762357

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (4%) - CEMENTO (1%)

FECHA : 27/09/2022

CALICATA : C - 02

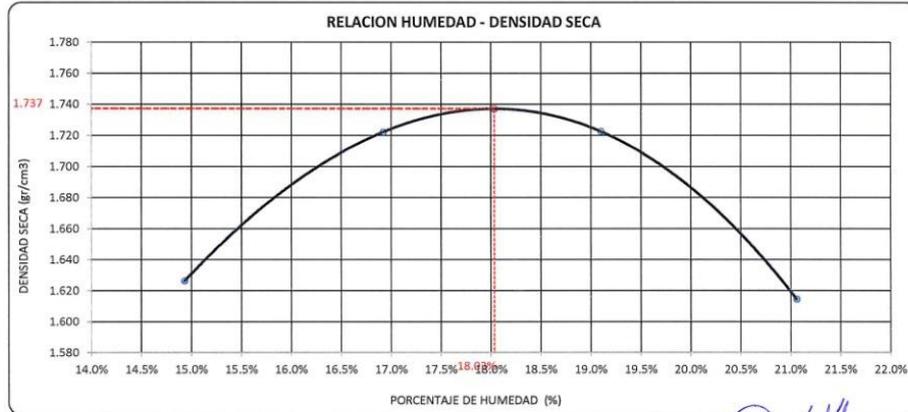
DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE	949	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3956	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5729	5966	5902	5810
P. DEL MOLDE	gr.	3956	3956	3956	3956
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1773	1910	1946	1854
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1.869	2.014	2.052	1.955

	No	11	12	13	14
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	625.80	490.78	670.28	467.78
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	554.14	431.07	575.56	400.01
PESO DE TARA	gr.	74.20	78.20	79.65	78.20
PESO DEL AGUA	gr.	71.66	59.71	94.72	67.77
PESO DE SUELO SECO	gr.	479.94	352.87	495.91	321.81
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	14.93%	16.92%	19.10%	21.06%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	14.93%	16.92%	19.10%	21.06%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.626	1.722	1.723	1.615

RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.737	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	18.03%
----------------------	-------	--------------------	-----------------------------	--------



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
		VERSIÓN :	
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	PAGINA :	

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (4%) - CEMENTO (1%)

FECHA : 1/10/2022

CALICATA : C - 02

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		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.	12657	12683	12247	12298	12252	12328
PESO DEL MOLDE	gr.	8315	8315	8113	8113	8282	8282
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	2117	2117	2115	2115	2135	2135
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4342	4368	4134	4185	3970	4046
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.051	2.063	1.955	1.979	1.859	1.895
TARRO N°		38	39	40	41	42	43
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	544.44	504.68	530.12	516.41	554.31	449.63
TARRO + SUELO SECO	gr.	467.78	431.83	456.63	439.84	476.47	391.19
PESO DEL TARRO	gr.	46.81	48.61	48.58	49.77	50.655	51.54
PESO DEL AGUA	gr.	76.66	72.85	73.49	76.57	77.84	68.44
PESO DEL SUELO SECO	gr.	420.97	383.22	408.05	390.07	425.815	329.65
HUMEDAD	%	18.21%	19.01%	18.01%	19.63%	18.28%	20.76%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.735	1.734	1.656	1.654	1.572	1.569

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
27/09/22	11.00 AM.	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/09/22	11.00 AM.	24:00:00	19.00	0.48	0.38	31.00	0.79	0.62	55.00	1.40	1.10
29/09/22	11.00 AM.	48:00:00	28.00	0.71	0.56	50.00	1.27	1.00	72.00	1.63	1.44
30/09/22	11.00 AM.	72:00:00	36.00	0.91	0.72	62.00	1.57	1.24	85.00	2.16	1.70
01/10/22	11.00 AM.	96:00:00	38.00	0.97	0.76	66.00	1.68	1.32	95.00	2.41	1.90

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
00:30	0.635	0.025	58.4	58.4	3.0		38.1	38.1	1.9		25.3	25.3	1.3	
01:00	1.270	0.050	103.9	103.9	5.3		64.8	64.8	3.3		46.4	46.4	2.3	
01:30	1.900	0.075	160.4	160.4	8.1		105.2	105.2	5.3		70.0	70	3.5	
02:00	2.540	0.100	214.2	214.2	10.8		138.5	138.5	7.0		93.8	93.8	4.7	
03:00	3.810	0.150	313.2	313.2	15.8		203.5	203.5	10.3		138.1	138.1	7.0	
04:00	5.080	0.200	418.9	418.9	21.2		269.5	269.5	13.6		181.6	181.6	9.2	
05:00	6.350	0.250	469.7	469.85	23.7		302.6	302.6	15.3		203.1	203.1	10.3	
06:00	7.620	0.300	520.4	520.4	26.3		335.7	335.7	17.0		224.6	224.6	11.4	
08:00	10.160	0.400	602.4	602.4	30.5		395.5	395.5	20.0		252.4	252.4	12.8	
10:00	12.700	0.500	675.6	675.6	34.2		447.0	447	22.6		288.6	288.6	14.6	

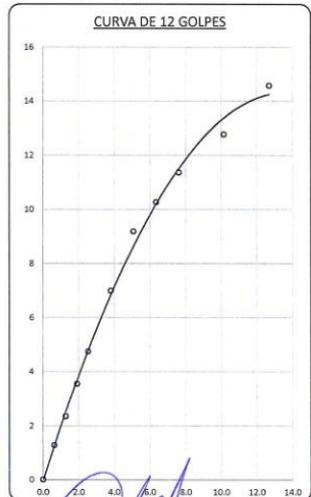
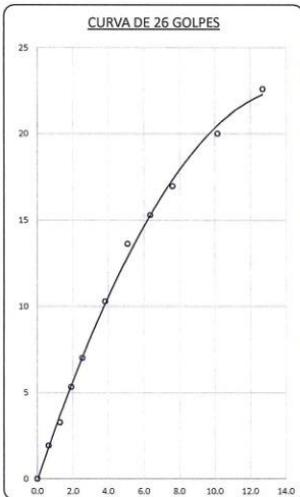
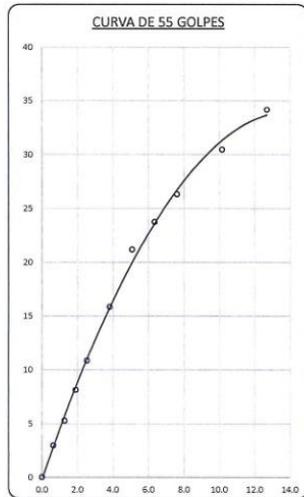
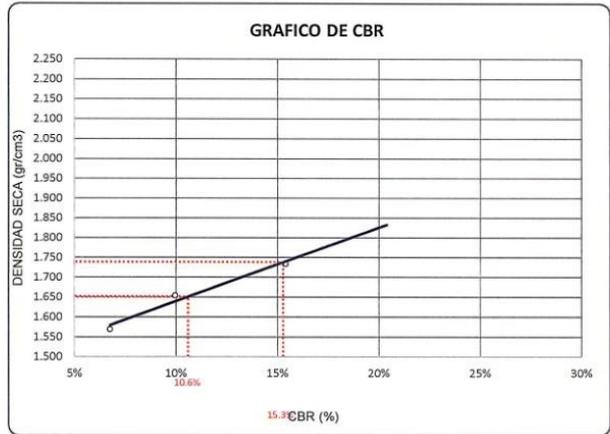
* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
		VERSIÓN :	
	INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.	PAGINA :	

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"
SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO **UBICACIÓN** : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (4%) - CEMENTO (1%) **FECHA** : 1/10/2022
CALICATA : C - 02



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 Ing. Edwin Noel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC -
20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : CONTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (3%) - CEMENTO (2%)

FECHA : 26/09/2022

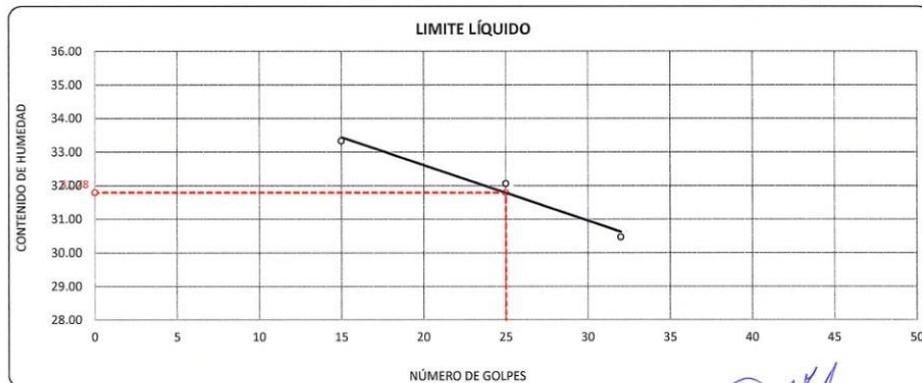
CALICATA : C - 02

DESCRIPCIÓN	UNID.
Nro. DEL RECIPIENTE	
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100 %
Nro.DE GOLPES	
PROMEDIO	%

LIMITE LÍQUIDO		
8	9	10
66.41	68.98	67.75
62.12	64.06	63.36
49.25	48.71	48.95
4.29	4.92	4.39
12.87	15.35	14.41
33.33	32.05	30.46
15	25	32

LIMITE PLÁSTICO	
10	11
30.86	27.75
29.50	26.70
23.78	22.25
1.36	1.05
5.72	4.45
23.78	23.60
----	----
23.69	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	31.8	23.7	8.1	18.31
ESPECIFICACIONES TECNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. Nº 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA :

RUC - 20806762357

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (3%) - CEMENTO (2%)

FECHA : 27/09/2022

CALICATA : C - 02

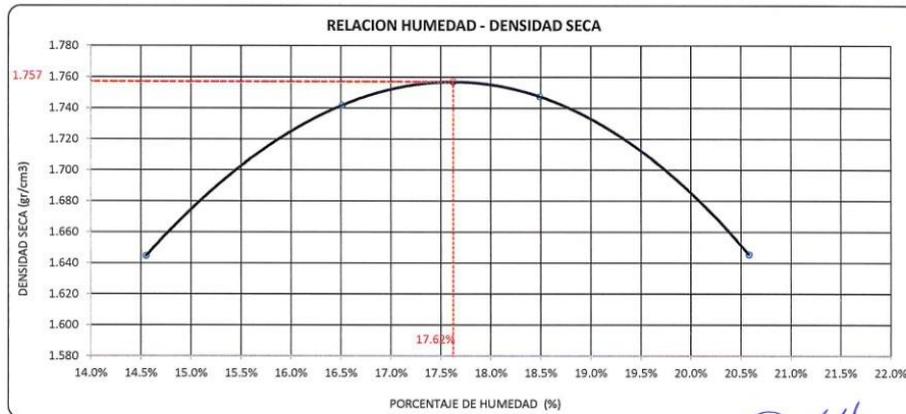
DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE	949	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3956	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5743	5881	5920	5838
P. DEL MOLDE	gr.	3956	3956	3956	3956
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1787	1925	1964	1882
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1.884	2.029	2.071	1.984

	No	4	5	6	7
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	451.03	629.72	624.71	584.20
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	403.30	550.92	538.95	496.69
PESO DE TARA	gr.	75.26	73.66	75.20	71.48
PESO DEL AGUA	gr.	47.73	78.80	85.75	87.51
PESO DE SUELO SECO	gr.	328.04	477.26	463.76	425.21
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	14.55%	16.51%	18.49%	20.58%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	14.55%	16.51%	18.49%	20.58%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.845	1.742	1.747	1.645

RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA 1.757 gr/cm³ ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD 17.62%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Noel Choque Guzman

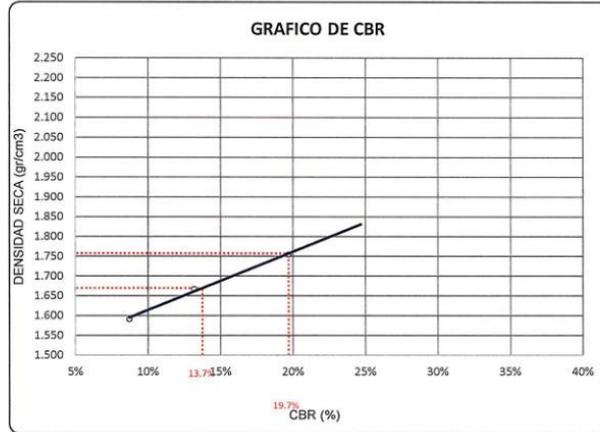
 INGENIERO CIVIL

 CIP. N° 239714

 Eso. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
		VERSIÓN :	
	INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.S.	PAGINA :	

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA : 2022"
SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO **UBICACIÓN** : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (3%) - CEMENTO (2%) **FECHA** : 1/10/2022
CALICATA : C - 02

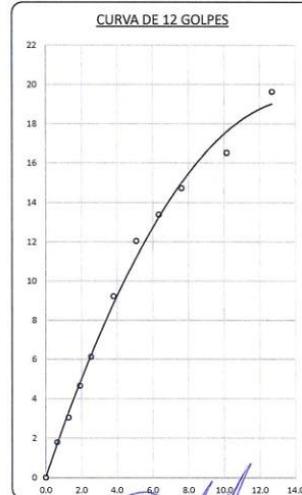
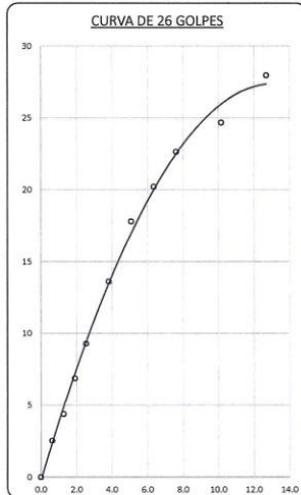
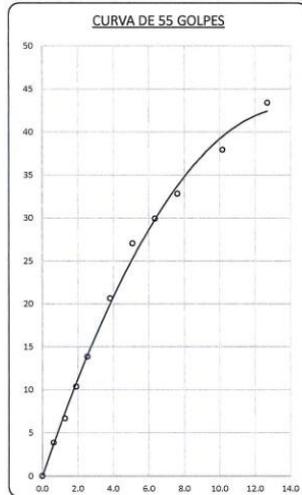


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01* AL 100% = 19.7%
 C.B.R. 01* AL 95% M.D.S. = 13.7%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 Ing. Edwin Yael Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC -
20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : CONTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CEMENTO (5%)

FECHA : 26/09/2022

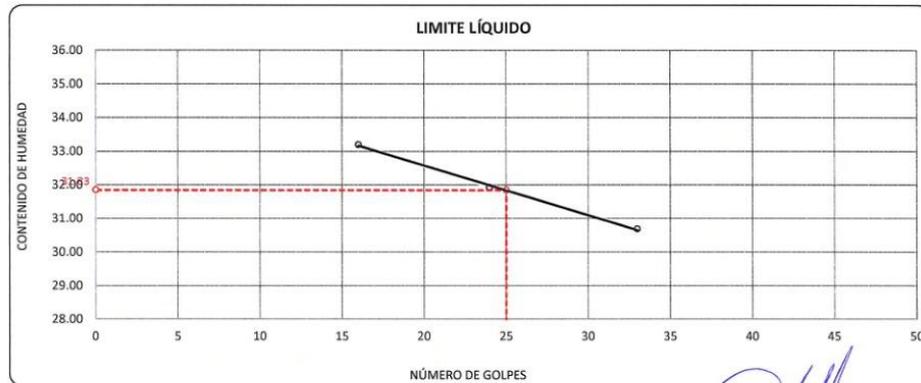
CALICATA : C - 02

DESCRIPCIÓN	UNID.
Nro. DEL RECIPIENTE	
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100 %
Nro.DE GOLPES	
PROMEDIO	%

LIMITE LIQUIDO		
10	11	12
65.36	64.72	71.15
61.27	60.20	66.26
48.95	46.04	50.32
4.09	4.52	4.89
12.32	14.16	15.94
33.20	31.92	30.68
16	24	33

LIMITE PLÁSTICO	
11	12
28.15	27.50
27.05	26.49
22.25	22.10
1.10	1.01
4.80	4.39
22.92	23.01
---	---
22.96	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	31.8	23.0	8.9	18.31
ESPECIFICACIONES TECNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA :

RUC - 20606762357

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CEMENTO (5%)

FECHA : 27/09/2022

CALICATA : C - 02

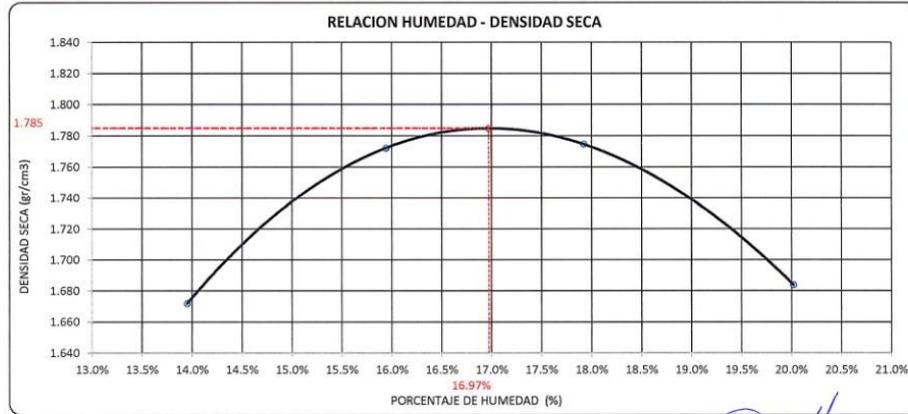
DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE	949	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3956	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5763	5905	5941	5873
P. DEL MOLDE	gr.	3956	3956	3956	3956
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1807	1949	1985	1917
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1.905	2.055	2.093	2.021

	No	14	15	16	17
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	625.32	491.91	457.40	470.95
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	558.34	434.48	359.19	404.24
PESO DE TARA	gr.	78.20	74.20	74.35	71.00
PESO DEL AGUA	gr.	66.98	57.43	58.21	66.71
PESO DE SUELO SECO	gr.	480.14	380.28	324.84	333.24
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	13.95%	15.94%	17.92%	20.02%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	13.95%	15.94%	17.92%	20.02%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.672	1.772	1.775	1.684

RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA 1.785 gr/cm³ ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD 16.97%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORT

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
		VERSIÓN :	
	'INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT' S.A.D.	PAGINA :	

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

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CEMENTO (5%)

FECHA : 1/10/2022

CALICATA : C - 02

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		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.	12413	12436	12466	12530	12457	12528
PESO DEL MOLDE	gr.	7983	7983	8245	8245	8387	8387
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	2122	2122	2119	2119	2110	2110
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4430	4453	4241	4285	4070	4141
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.088	2.098	2.001	2.022	1.929	1.963
TARRO N°		11	12	13	14	15	16
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	515.67	507.19	457.02	566.13	517.79	477.62
TARRO + SUELO SECO	gr.	447.33	438.08	395.25	476.53	449.28	408.03
PESO DEL TARRO	gr.	45.79	48.08	34.45	45.56	46.74	45.16
PESO DEL AGUA	gr.	68.34	69.11	61.77	79.6	68.51	69.59
PESO DEL SUELO SECO	gr.	401.54	390	360.8	430.97	402.54	361.85
HUMEDAD	%	17.02%	17.72%	17.12%	18.47%	17.02%	19.23%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.784	1.783	1.709	1.707	1.648	1.646

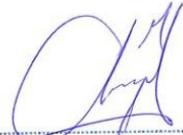
ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
27/09/22	12.00 AM.	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/09/22	12.00 AM.	24:00:00	8.00	0.20	0.16	24.00	0.61	0.48	34.00	0.86	0.68
29/09/22	12.00 AM.	48:00:00	12.00	0.30	0.24	31.00	0.79	0.62	51.00	1.30	1.02
30/09/22	12.00 AM.	72:00:00	17.00	0.43	0.34	38.00	0.97	0.76	65.00	1.65	1.30
01/10/22	12.00 AM.	96:00:00	19.00	0.48	0.38	42.00	1.07	0.84	73.00	1.85	1.46

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	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
00:30	0.635	0.025	110.9	110.9	5.6	72.3	72.3	3.7	47.1	47.1	2.4			
01:00	1.270	0.050	194.0	194	9.8	127.8	127.8	6.5	83.7	83.7	4.2			
01:30	1.900	0.075	301.4	301.4	15.2	198.1	198.1	10.0	134.2	134.2	6.8			
02:00	2.540	0.100	404.4	404.4	20.4	253.8	253.8	13.3	176.7	176.7	8.9			
03:00	3.810	0.150	591.8	591.8	29.9	388.7	388.7	19.5	259.5	259.5	13.1			
04:00	5.080	0.200	791.4	791.4	40.0	507.2	507.2	25.6	342.8	342.8	17.3			
05:00	6.350	0.250	890.2	890.15	45.0	579.3	579.3	29.3	385.7	385.65	19.5			
06:00	7.620	0.300	988.9	988.9	50.0	651.4	651.4	32.9	428.5	428.5	21.7			
08:00	10.160	0.400	1193.7	1193.7	60.3	741.9	741.9	37.5	481.6	481.6	24.3			
10:00	12.700	0.500	1312.0	1312	66.3	800.5	800.5	40.5	537.5	537.5	27.2			

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 239714
 Eso. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.S.

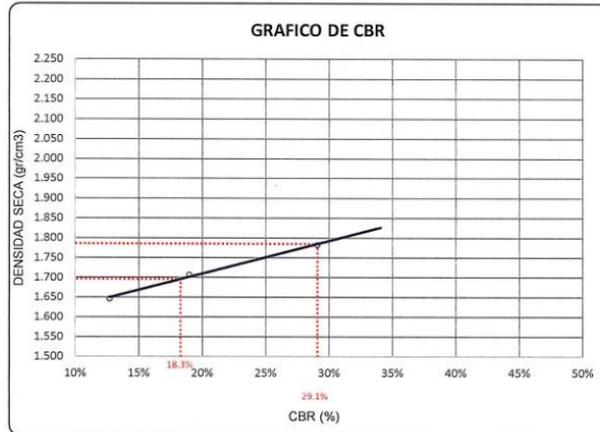
CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA :

RUC - 20606762357

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"
SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CEMENTO (5%) FECHA : 1/10/2022
CALICATA : C - 02

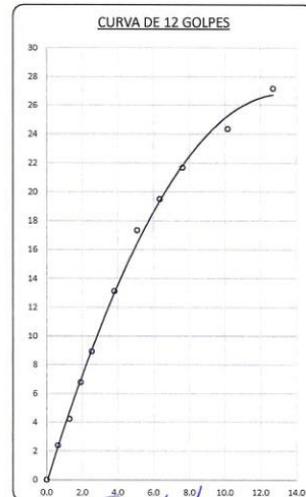
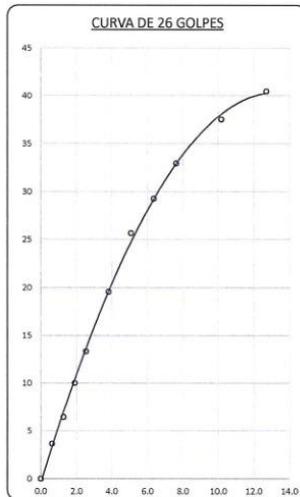
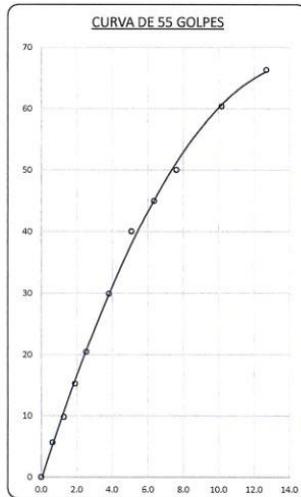


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01" AL 100% = 29.1%
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 18.3%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Toel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	VERSIÓN :	
'INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT' S.A.S.	PAGINA : 1	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

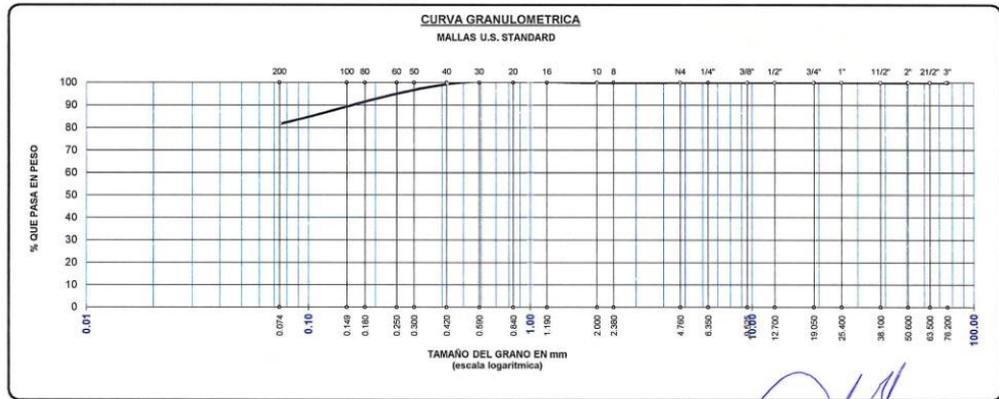
DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE SUBRASANTE FECHA : 12/09/2022

CALICATA : C - 03

TAMAÑO MÁXIMO :	Pulg.
PESO INICIAL :	500.0 gr.
FRACCIÓN :	500.0 gr.

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	MTG	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 16.30
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 30.54
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 20.02
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 10.52
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN (SUCS) : CL
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-6 (7)
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350						
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		
No8	2.380						
No10	2.000	0.65	0.13	0.13	99.87		
No16	1.190						
No20	0.840						
No30	0.590						
No40	0.425	2.44	0.49	0.62	99.38		
No 50	0.300						
No60	0.260						
No80	0.180						
No100	0.149						
No200	0.075	88.47	17.69	18.31	81.69		
BASE		408.44	81.69	100.00	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		81.69	16.34				

% GRAVA	0.00	% ARENA	18.31	% FINOS	81.69
D 10 =	----	D 30 =	----	D 60 =	----
Cu =	----	Cc =	----		



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Noel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20605762357
	INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.	VERSIÓN :	
		PAGINA :	2

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"
SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO **UBICACIÓN** : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE SUBRASANTE **FECHA** : 12/09/2022
CALICATA : C - 03

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
PROMEDIO		%

HUMEDAD NATURAL		
25	26	27
585.40	469.60	515.50
506.87	411.24	451.12
42.39	48.66	46.09
78.53	58.36	64.38
464.48	362.58	405.03
16.91	16.10	15.90
16.30		

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



 Ing. Edwin Noel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC -
20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA : 3

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : CONTRATO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE SUBRASANTE

FECHA : 12/09/2022

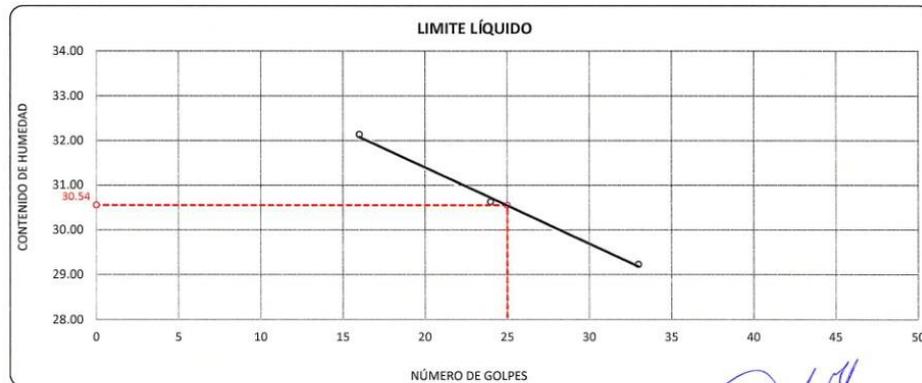
CALICATA : C - 03

DESCRIPCIÓN	UNID.
Nro. DEL RECIPIENTE	
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100 %
Nro.DE GOLPES	
PROMEDIO	%

LIMITE LÍQUIDO		
1	2	3
66.54	67.00	66.48
62.17	62.64	62.95
48.57	48.40	50.87
4.37	4.36	3.53
13.60	14.24	12.08
32.13	30.62	29.22
16	24	33
---	---	---

LIMITE PLÁSTICO	
6	7
28.53	26.86
27.46	25.95
22.11	21.41
1.07	0.91
5.35	4.54
20.00	20.04
---	---
20.02	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	30.5	20.0	10.5	16.30
ESPECIFICACIONES TECNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA : 4

RUC - 20606762357

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE SUBRASANTE

FECHA : 13/09/2022

CALICATA : C - 03

DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE	949	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3956	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5714	5870	5885	5788
P. DEL MOLDE	gr.	3956	3956	3956	3956
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1758	1914	1929	1832
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1.853	2.018	2.034	1.931

	No	29	30	31	32
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	536.35	636.70	621.56	475.37
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	475.49	554.95	533.86	405.53
PESO DE TARA	gr.	72.44	72.08	71.05	74.24
PESO DEL AGUA	gr.	60.86	81.75	87.70	69.84
PESO DE SUELO SECO	gr.	403.05	482.87	462.81	331.29
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	15.10%	16.93%	18.95%	21.08%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	15.10%	16.93%	18.95%	21.08%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.610	1.726	1.710	1.595

RESULTADOS

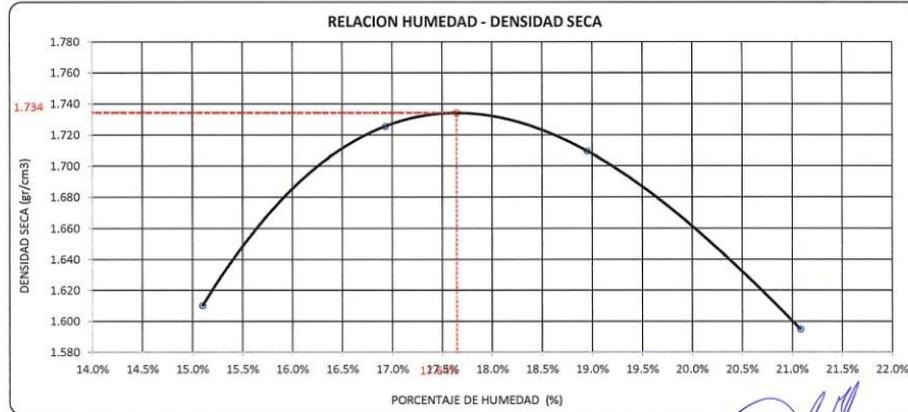
MAXIMA DENSIDAD SECA

1.734

gr/cm³

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

17.64%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
		VERSIÓN :	
	'INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT' S.A.S.	PAGINA : 5	

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE SUBRASANTE

FECHA : 17/09/2022

CALICATA : C - 03

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		5		5		5	
		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	12490	12521	12070	12129	11905	11990
PESO DEL MOLDE	gr.	8161	8161	7950	7950	8048	8048
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	2125	2125	2130	2130	2129	2129
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4329	4360	4120	4179	3857	3942
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.037	2.052	1.934	1.962	1.812	1.852
TARRO N°		8	9	10	11	12	13
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	502.23	439.91	496.49	493.84	502.95	435.39
TARRO + SUELO SECO	gr.	433.66	378.42	428.39	419.63	435.27	367.57
PESO DEL TARRO	gr.	42.95	48.39	49.02	45.79	48.08	34.45
PESO DEL AGUA	gr.	68.57	61.49	68.1	74.21	67.68	67.82
PESO DEL SUELO SECO	gr.	390.71	332.03	379.37	373.84	387.19	333.12
HUMEDAD	%	17.55%	18.52%	17.95%	19.85%	17.48%	20.36%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.733	1.731	1.640	1.637	1.542	1.538

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
13/09/22	11.00 AM.	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14/09/22	11.00 AM.	24:00:00	21.00	0.53	0.42	45.00	1.14	0.90	55.00	1.40	1.10
15/09/22	11.00 AM.	48:00:00	31.00	0.79	0.62	62.00	1.57	1.24	75.00	1.91	1.50
16/09/22	11.00 AM.	72:00:00	36.00	0.91	0.72	70.00	1.78	1.40	83.00	2.11	1.66
17/09/22	11.00 AM.	96:00:00	40.00	1.02	0.80	72.00	1.83	1.44	88.00	2.24	1.76

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	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
00:30	0.635	0.025	24.6	24.6	1.2	14.8	14.8	0.7	9.9	9.9	0.5	9.9	9.9	0.5
01:00	1.270	0.050	42.7	42.7	2.2	29.0	29.0	1.5	18.6	18.6	0.9	18.6	18.6	0.9
01:30	1.900	0.075	68.6	68.6	3.5	45.5	45.5	2.3	29.6	29.6	1.5	29.6	29.6	1.5
02:00	2.540	0.100	92.9	92.9	4.7	58.9	58.9	3.0	40.5	40.5	2.0	40.5	40.5	2.0
03:00	3.810	0.150	137.4	137.4	6.9	88.6	88.6	4.5	59.4	59.4	3.0	59.4	59.4	3.0
04:00	5.080	0.200	179.7	179.7	9.1	116.2	116.2	5.9	78.5	78.5	4.0	78.5	78.5	4.0
05:00	6.350	0.250	201.6	201.55	10.2	129.8	129.8	6.6	86.5	86.5	4.4	86.5	86.5	4.4
06:00	7.620	0.300	223.4	223.4	11.3	143.4	143.4	7.2	94.5	94.5	4.8	94.5	94.5	4.8
08:00	10.160	0.400	251.3	251.3	12.7	165.4	165.4	8.4	108.9	108.9	5.5	108.9	108.9	5.5
10:00	12.700	0.500	303.8	303.8	15.4	185.9	185.9	9.4	129.1	129.1	6.5	129.1	129.1	6.5

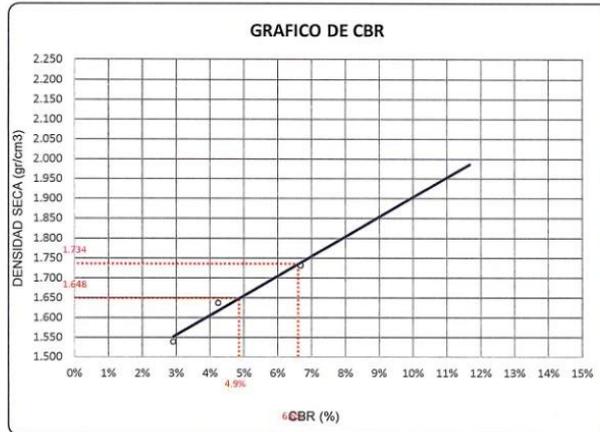
* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



 Ing. Edwin Toel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
		VERSIÓN :	
	INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.	PAGINA : 6	

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA : 2022"
SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO **UBICACIÓN** : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE SUBRASANTE **FECHA** : 17/09/2022
CALICATA : C - 03

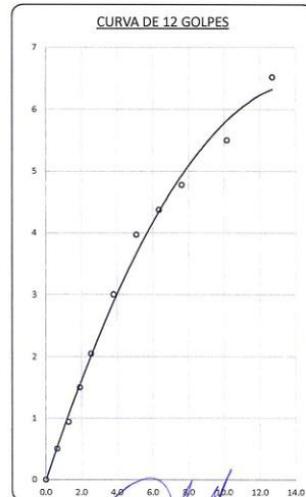
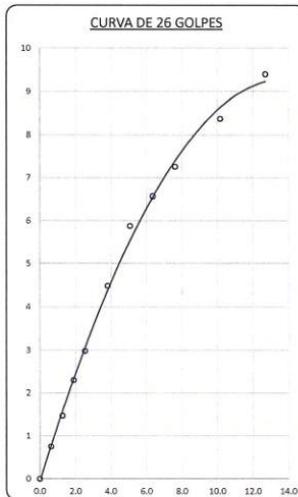
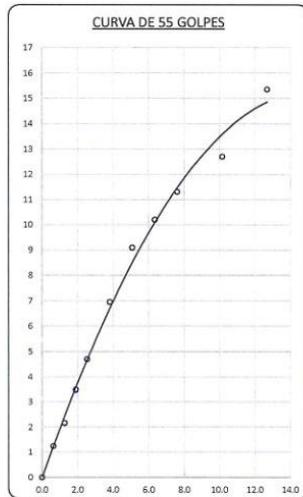


PARAMETROS DE C.B.R.

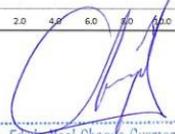
C.B.R. 01" AL 100% = 6.6%
 C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 4.9%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC -
20608762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : CONTRATO TICONA, HUGO

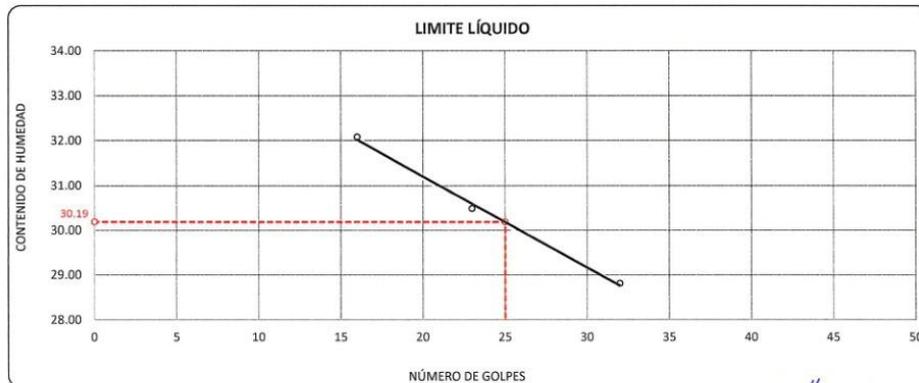
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (4.5%) - CEMENTO (0.5%) FECHA : 3/10/2022

CALICATA : C - 03

DESCRIPCIÓN	UNID.	LIMITE LÍQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
		10	11	12	7	8
Nro. DEL RECIPIENTE						
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A gr.	65.46	64.53	66.15	27.82	27.77
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B gr.	61.45	60.21	62.61	26.73	26.83
PESO DEL RECIPIENTE	C gr.	48.95	46.04	50.32	21.41	22.23
PESO DEL AGUA	D=A-B gr.	4.01	4.32	3.54	1.09	0.94
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C gr.	12.50	14.17	12.29	5.32	4.60
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100 %	32.08	30.49	28.80	20.49	20.43
Nro.DE GOLPES		16	23	32	----	----
PROMEDIO	%		----		20.46	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	30.2	20.5	9.7	16.30
ESPECIFICACIONES TECNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Yoel Chocue Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP, N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA :

RUC - 20606762357

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUÑO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (4.5%) - CEMENTO (0.5%)

FECHA : 4/10/2022

CALICATA : C - 03

DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE	949	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3956	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5714	5854	5901	5799
P. DEL MOLDE	gr.	3956	3956	3956	3956
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1758	1898	1945	1843
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1.853	2.001	2.050	1.943

	No	8	9	10	11
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	638.27	517.86	554.46	625.42
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	569.13	456.26	481.74	533.93
PESO DE TARA	gr.	75.95	71.24	76.40	74.20
PESO DEL AGUA	gr.	69.14	61.60	72.72	91.49
PESO DE SUELO SECO	gr.	493.18	385.02	405.34	459.73
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	14.02%	16.00%	17.94%	19.90%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	14.02%	16.00%	17.94%	19.90%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.625	1.725	1.739	1.620

RESULTADOS

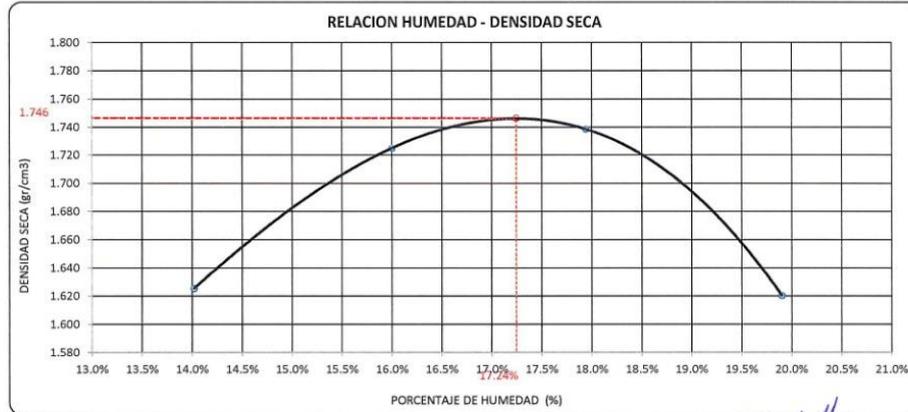
MAXIMA DENSIDAD SECA

1.746

gr/cm³

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

17.24%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

[Firma]
 Ing. Edwin Toel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. Nº 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
		VERSION :	
	"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.D.	PAGINA :	

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (4.5%) - CEMENTO (0.5%)

FECHA : 8/10/2022

CALICATA : C - 03

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		5		5		5	
		55		26		12	
		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
GOLPES POR CAPA N°							
CONDICIÓN DE MUESTRA							
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	11727	11754	11602	11655	11418	11491
PESO DEL MOLDE	gr.	7385	7385	7442	7442	7496	7496
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	2115	2115	2129	2129	2114	2114
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4342	4369	4160	4213	3922	3995
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.053	2.066	1.954	1.979	1.855	1.890
TARRO N°		27	28	29	30	31	32
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	544.49	555.76	477.16	527.3	557.01	581.55
TARRO + SUELO SECO	gr.	409.72	476.25	412.24	449.13	480.75	492.28
PESO DEL TARRO	gr.	46.09	48.45	46.52	46.61	47.18	46.82
PESO DEL AGUA	gr.	74.77	79.51	64.92	78.17	76.26	89.27
PESO DEL SUELO SECO	gr.	423.63	429.8	365.72	402.52	433.57	445.46
HUMEDAD	%	17.65%	18.50%	17.75%	19.42%	17.59%	20.04%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.745	1.743	1.659	1.657	1.578	1.574

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
04/10/22	12.00 AM.	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
05/10/22	12.00 AM.	24:00:00	18.00	0.46	0.36	41.00	1.04	0.82	45.00	1.14	0.90
06/10/22	12.00 AM.	48:00:00	28.00	0.71	0.58	59.00	1.50	1.18	69.00	1.75	1.38
07/10/22	12.00 AM.	72:00:00	33.00	0.84	0.66	64.00	1.63	1.28	74.00	1.88	1.48
08/10/22	12.00 AM.	96:00:00	36.00	0.91	0.72	67.00	1.70	1.34	78.00	1.98	1.56

PENETRACIÓN

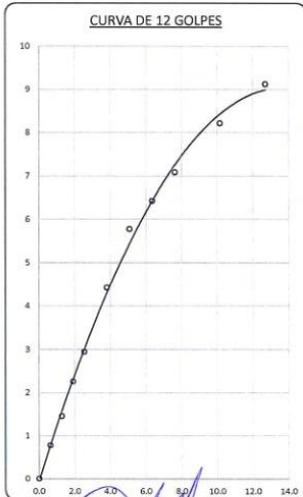
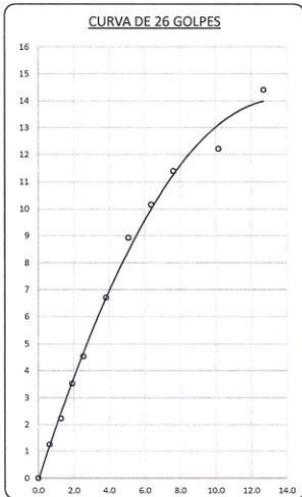
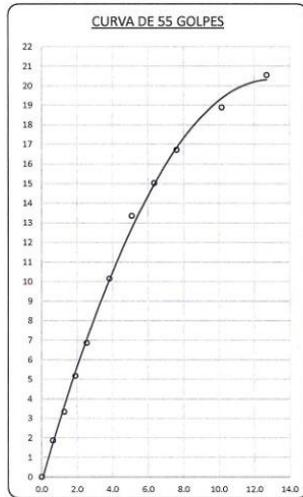
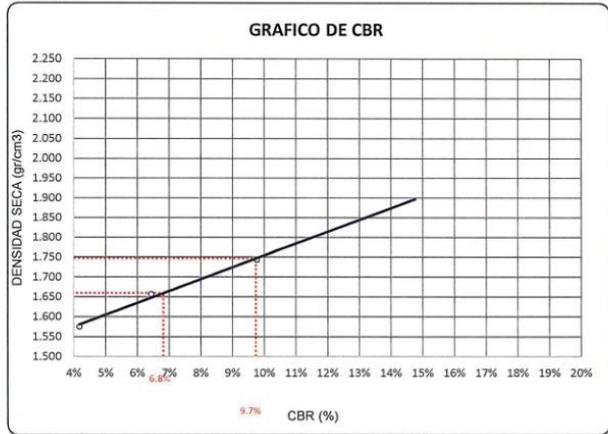
TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
00:30	0.635	0.025	36.8	36.8	1.9	24.7	24.7	1.2	15.4	15.4	0.8			
01:00	1.270	0.050	66.1	66.1	3.3	44.0	44	2.2	28.8	28.8	1.5			
01:30	1.900	0.075	102.3	102.3	5.2	69.5	69.5	3.5	44.6	44.6	2.3			
02:00	2.540	0.100	135.8	135.8	6.9	89.5	89.5	4.5	58.2	58.2	2.9			
03:00	3.810	0.150	200.8	200.8	10.2	132.8	132.8	6.7	87.5	87.5	4.4			
04:00	5.080	0.200	264.3	264.3	13.4	176.6	176.6	8.9	114.2	114.2	5.8			
05:00	6.350	0.250	297.4	297.4	15.0	201.0	200.95	10.2	127.2	127.15	6.4			
06:00	7.620	0.300	330.5	330.5	16.7	225.3	225.3	11.4	140.1	140.1	7.1			
08:00	10.160	0.400	373.8	373.8	18.9	241.6	241.6	12.2	162.5	162.5	8.2			
10:00	12.700	0.500	406.5	406.5	20.5	284.9	284.9	14.4	180.6	180.6	9.1			

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 Ing. Edwin Noel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTIF

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
		VERSIÓN :	
	INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.S.	PAGINA :	

PROYECTO : *MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA : 2022*
SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO **UBICACIÓN** : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (4.6%) - CEMENTO (0.6%) **FECHA** : 8/10/2022
CALICATA : C - 03



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 Ing. Edwin Joel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC -
20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : CONTRATO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (4%) - CEMENTO (1%)

FECHA : 3/10/2022

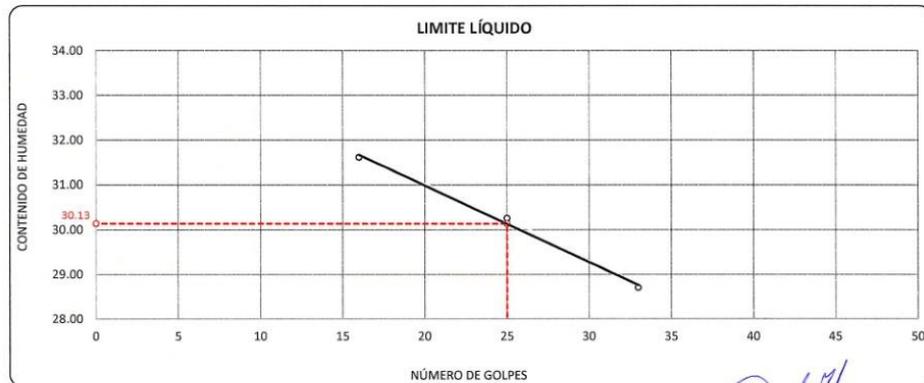
CALICATA : C - 03

DESCRIPCIÓN	UNID.
Nro. DEL RECIPIENTE	
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100 %
Nro. DE GOLPES	
PROMEDIO	%

LIMITE LÍQUIDO		
4	5	6
67.62	69.44	67.81
62.78	64.60	64.03
47.47	48.60	50.86
4.84	4.84	3.78
15.31	16.00	13.17
31.61	30.25	28.70
16	25	33

LIMITE PLÁSTICO	
1	2
30.41	28.46
29.55	27.25
25.45	21.43
0.86	1.21
4.10	5.82
20.98	20.79
----	----
20.88	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	30.1	20.9	9.2	16.30
ESPECIFICACIONES TECNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA :

RUC - 20606762357

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : CONTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (4%) - CEMENTO (1%)

FECHA : 4/10/2022

CALICATA : C - 03

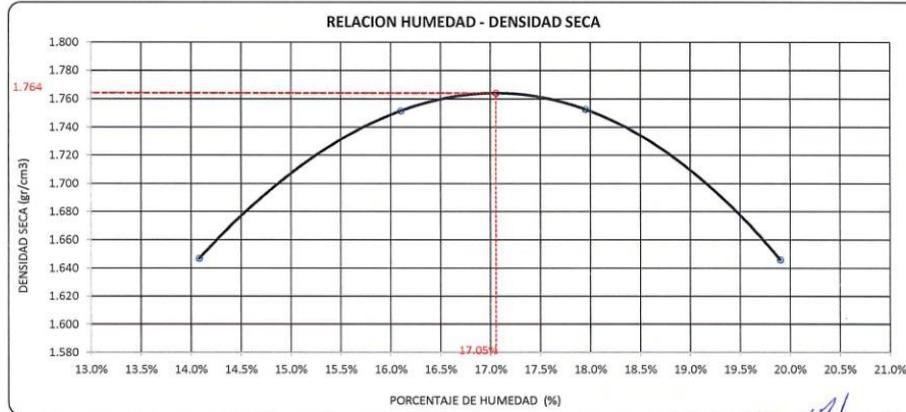
DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE	949	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3956	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5738	5885	5917	5828
P. DEL MOLDE	gr.	3956	3956	3956	3956
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1782	1929	1961	1872
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³ .	1.879	2.034	2.067	1.974

	No	21	22	23	24
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	460.86	610.47	622.58	606.83
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	412.77	535.88	539.04	518.44
PESO DE TARA	gr.	71.22	72.60	73.64	75.28
PESO DEL AGUA	gr.	48.09	74.59	83.54	88.19
PESO DE SUELO SECO	gr.	341.55	463.28	465.40	443.16
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	14.08%	16.10%	17.95%	19.90%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	14.08%	16.10%	17.95%	19.90%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.647	1.752	1.753	1.646

RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.764	gr/cm ³	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	17.05%
----------------------	-------	--------------------	-----------------------------	--------



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Joel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.S.	VERSIÓN :	
		PAGINA :	

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (4%) - CEMENTO (1%)

FECHA : 8/10/2022

CALICATA : C - 03

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		5		5		5	
		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	12751	12778	12406	12459	12307	12382
PESO DEL MOLDE	gr.	8387	8387	8255	8255	8374	8374
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	2110	2110	2119	2119	2105	2105
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4364	4391	4151	4204	3933	4008
DENSIDAD HUMEDA	gr/cm3	2.068	2.081	1.959	1.984	1.868	1.904
TARRO N°		11	12	13	14	15	16
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	483.36	574.66	448.13	538.55	495.97	518.44
TARRO + SUELO SECO	gr.	418.76	493.69	389.49	459.18	429.62	440.45
PESO DEL TARRO	gr.	45.79	48.08	34.45	45.56	46.74	46.18
PESO DEL AGUA	gr.	64.6	80.97	61.67	79.37	66.35	77.99
PESO DEL SUELO SECO	gr.	372.97	445.61	352.01	413.62	382.88	394.27
HUMEDAD	%	17.32%	18.17%	17.52%	19.19%	17.33%	19.78%
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.763	1.761	1.667	1.665	1.592	1.590

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
04/10/22	12.00 AM.	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
05/10/22	12.00 AM.	24:00:00	15.00	0.38	0.30	32.00	0.81	0.64	41.00	1.04	0.82
06/10/22	12.00 AM.	48:00:00	23.00	0.58	0.46	46.00	1.17	0.92	59.00	1.50	1.18
07/10/22	12.00 AM.	72:00:00	29.00	0.74	0.58	51.00	1.30	1.02	63.00	1.60	1.26
08/10/22	12.00 AM.	96:00:00	32.00	0.81	0.64	54.00	1.37	1.08	65.00	1.65	1.30

PENETRACIÓN

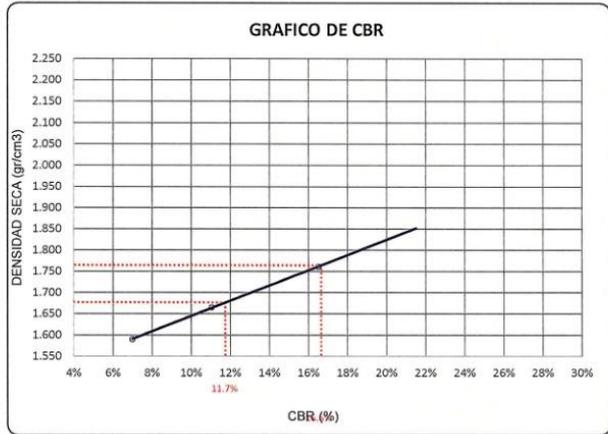
TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
00:30	0.635	0.025	62.1	62.1	3.1	40.8	40.8	2.1	28.5	28.5	1.4			
01:00	1.270	0.050	108.8	108.8	5.5	71.4	71.4	3.6	45.2	45.2	2.3			
01:30	1.900	0.075	173.9	173.9	8.8	113.2	113.2	5.7	73.8	73.8	3.7			
02:00	2.540	0.100	229.7	229.7	11.6	153.6	153.6	7.8	97.3	97.3	4.9			
03:00	3.810	0.150	340.6	340.6	17.2	223.0	223.0	11.3	142.9	142.9	7.2			
04:00	5.080	0.200	446.8	446.8	22.6	298.0	298.0	15.1	189.4	189.4	9.6			
05:00	6.350	0.250	505.3	505.3	25.5	332.3	332.25	16.8	210.1	210.05	10.6			
06:00	7.620	0.300	563.8	563.8	28.5	366.5	366.5	18.5	230.7	230.7	11.7			
08:00	10.160	0.400	615.2	615.2	31.1	430.3	430.3	21.8	294.5	294.5	14.9			
10:00	12.700	0.500	732.9	732.9	37.0	493.9	493.9	25.0	317.1	317.1	16.0			

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 Ing. Edwin Ycaza Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Ecn. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.S.	VERSIÓN :	
		PÁGINA :	

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA : 2022"
SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO **UBICACIÓN** : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (4%) - CEMENTO (1%) **FECHA** : 8/10/2022
CALICATA : C - 03

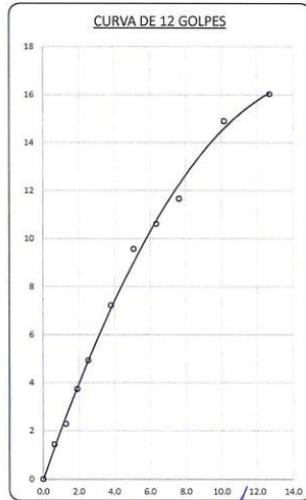
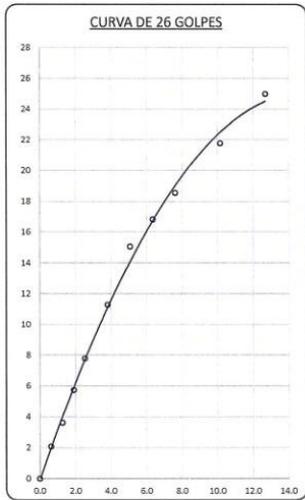
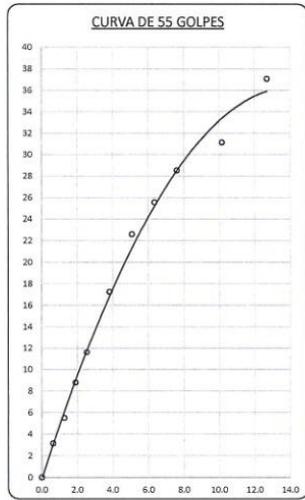


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01" AL 100% = 16.6%
 C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 11.7%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



 Ing. Edwin Fidel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. Nº 239714
 En GEOTECNIA Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC -
20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : CONTRATO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (3%) - CEMENTO (2%)

FECHA : 3/10/2022

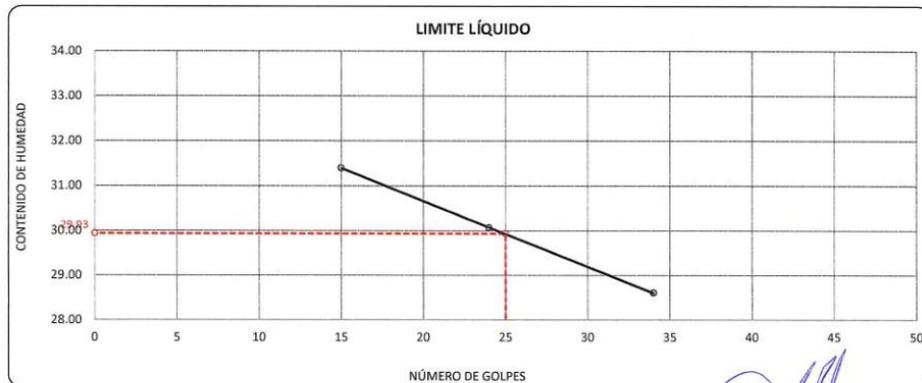
CALICATA : C - 03

DESCRIPCIÓN	UNID.
Nro. DEL RECIPIENTE	
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100 %
Nro. DE GOLPES	
PROMEDIO	%

LIMITE LÍQUIDO		
3	4	5
70.54	63.52	67.12
65.84	59.81	63.00
50.87	47.47	48.60
4.70	3.71	4.12
14.97	12.34	14.40
31.40	30.06	28.61
15	24	34

LIMITE PLÁSTICO	
2	3
28.27	28.02
27.06	26.98
21.43	22.17
1.21	1.04
5.63	4.81
21.49	21.62
---	---
21.56	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	29.9	21.6	8.4	16.30
ESPECIFICACIONES TECNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Viter Choque Guzman

 INGENIERO CIVIL

 CIP. N° 239714

 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA :

RUC - 20606762357

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : CONTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (3%) - CEMENTO (2%)

FECHA : 4/10/2022

CALICATA : C - 03

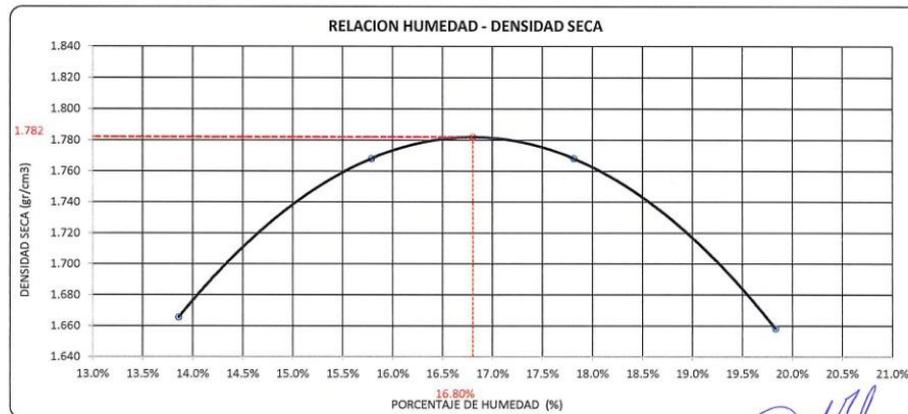
DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE	949	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3956	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5755	5898	5932	5841
P. DEL MOLDE	gr.	3956	3956	3956	3956
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1799	1942	1976	1885
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1.897	2.047	2.083	1.987

	No	27	28	29	30
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	524.45	554.13	441.59	592.24
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	469.51	488.36	385.78	506.16
PESO DE TARA	gr.	73.10	71.80	72.44	72.08
PESO DEL AGUA	gr.	54.94	65.77	55.81	86.08
PESO DE SUELO SECO	gr.	396.41	416.56	313.34	434.08
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	13.86%	15.79%	17.81%	19.83%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	13.86%	15.79%	17.81%	19.83%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.666	1.768	1.768	1.658

RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA **1.782** gr/cm³ ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD **16.80%**



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Noel Choque Guzman

 INGENIERO CIVIL

 CIP. N° 239714

 Esq. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
		VERSIÓN :	
	'INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT' S.A.S.	PAGINA :	

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (3%) - CEMENTO (2%)

FECHA : 8/10/2022

CALICATA : C - 03

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		5		5		5	
		55		26		12	
		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
GOLPES POR CAPA N°		11866	11890	11770	11820	11670	11744
CONDICIÓN DE MUESTRA		7434	7434	7556	7556	7620	7620
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	2127	2127	2124	2124	2125	2125
PESO DEL MOLDE	gr.	4432	4456	4214	4264	4050	4124
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	2.084	2.095	1.984	2.008	1.906	1.941
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.						
DENSIDAD HUMEDA	gr/cm3						
TARRO N°		4	5	6	7	8	9
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	563.51	501.37	553	496.14	567.76	474.53
TARRO + SUELO SECO	gr.	498.49	433.04	481.72	427.69	491.66	405.24
PESO DEL TARRO	gr.	46.94	47.87	46.83	45.95	42.95	46.39
PESO DEL AGUA	gr.	75.02	68.33	71.28	68.45	76.1	69.29
PESO DEL SUELO SECO	gr.	441.55	385.17	434.89	381.74	448.71	358.85
HUMEDAD	%	16.99%	17.74%	16.39%	17.93%	16.96%	19.31%
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.781	1.779	1.705	1.702	1.630	1.627

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
04/10/22	9.00 AM.	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
05/10/22	9.00 AM.	24:00:00	11.00	0.28	0.22	21.00	0.53	0.42	29.00	0.64	0.50
06/10/22	9.00 AM.	48:00:00	18.00	0.46	0.36	34.00	0.86	0.68	38.00	0.97	0.76
07/10/22	9.00 AM.	72:00:00	23.00	0.58	0.46	44.00	1.12	0.88	46.00	1.17	0.92
08/10/22	9.00 AM.	96:00:00	26.00	0.66	0.52	48.00	1.22	0.96	51.00	1.30	1.02

PENETRACIÓN

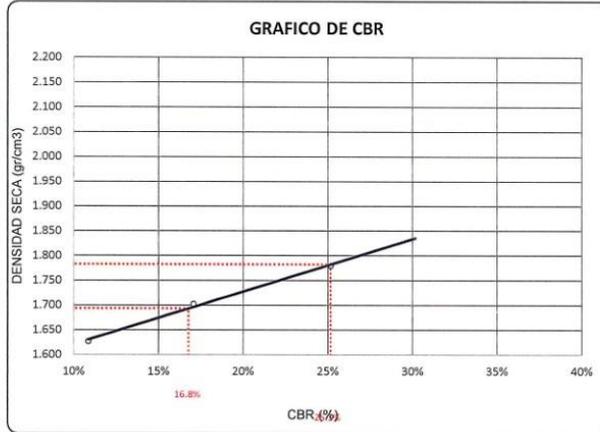
TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
00:30	0.635	0.025	97.1	97.1	4.9	65.3	65.3	3.3	39.8	39.8	2.0			
01:00	1.270	0.050	168.2	168.2	8.5	113.5	113.5	5.7	72.5	72.5	3.7			
01:30	1.900	0.075	260.5	260.5	13.2	176.3	176.3	8.9	114.4	114.4	5.8			
02:00	2.540	0.100	350.0	350	17.7	237.3	237.3	12.0	151.0	151	7.6			
03:00	3.810	0.150	514.1	514.1	26.0	348.4	348.4	17.6	223.3	223.3	11.3			
04:00	5.080	0.200	676.9	676.9	34.2	456.0	456	23.1	294.1	294.1	14.9			
05:00	6.350	0.250	771.0	771	39.0	505.6	505.75	25.6	333.3	333.25	16.8			
06:00	7.620	0.300	865.1	865.1	43.7	555.5	555.5	28.1	372.4	372.4	18.8			
08:00	10.160	0.400	960.5	960.5	48.6	650.9	650.9	32.9	404.3	404.3	20.4			
10:00	12.700	0.500	1084.3	1084.3	54.8	707.8	707.8	35.8	462.1	462.1	23.4			

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 Ing. Edwin Noel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 E-01 ACERAMIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.	VERSIÓN :	
		PAGINA :	

PROYECTO : *MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA : 2022*
SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO **UBICACIÓN** : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CENIZA DE LENTEJA DE AGUA (3%) - CEMENTO (2%) **FECHA** : 8/10/2022
CALICATA : C - 03

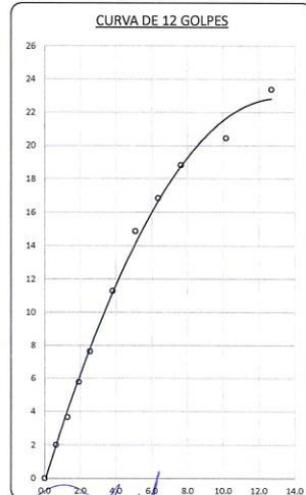
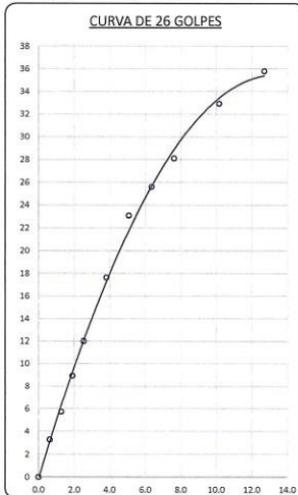
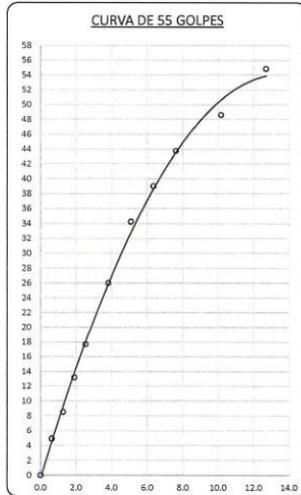


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01" AL 100% = 25.1%
 C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 16.8%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 Ing. Edwin Yoel Chique Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC -
20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : CONTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CEMENTO (5%)

FECHA : 3/10/2022

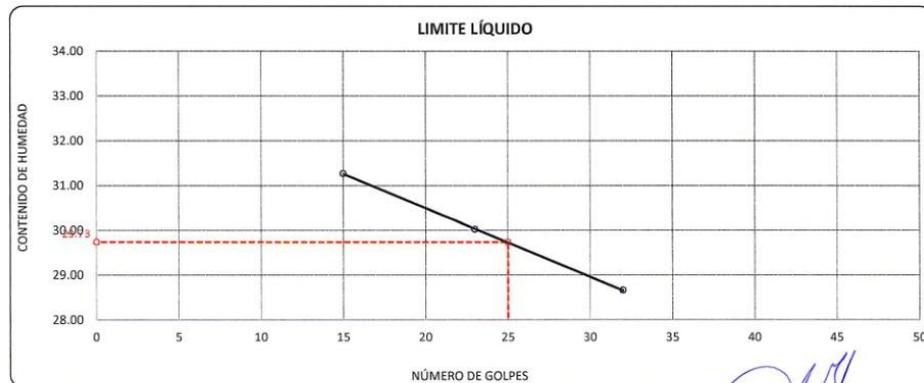
CALICATA : C - 03

DESCRIPCIÓN	UNID.
Nro. DEL RECIPIENTE	
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100 %
Nro.DE GOLPES	
PROMEDIO	%

LIMITE LIQUIDO		
6	7	8
69.71	67.92	68.15
65.22	63.51	63.94
50.86	48.82	49.25
4.49	4.41	4.21
14.36	14.69	14.69
31.27	30.02	28.66
15	23	32

LIMITE PLÁSTICO	
1	2
30.59	28.42
29.66	27.16
25.45	21.43
0.93	1.26
4.21	5.73
22.09	21.99
----	----
22.04	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
OBTENIDOS	29.7	22.0	7.7	16.30
ESPECIFICACIONES TECNICAS				



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

INGENIERO CIVIL
CIP, N° 239714
Esd. GEOTECNIA Y TRANSPORTES



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA :

RUC - 20606762357

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CEMENTO (5%)

FECHA : 4/10/2022

CALICATA : C - 03

DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE	949	cm ³	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3956	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5767	5920	5949	5879
P. DEL MOLDE	gr.	3956	3956	3956	3956
P. SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1811	1964	1993	1923
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm ³	1.909	2.071	2.101	2.027

	No	5	6	7	8
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	623.61	570.40	506.31	649.62
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	556.79	502.61	440.54	554.45
PESO DE TARA	gr.	73.06	75.20	71.48	75.95
PESO DEL AGUA	gr.	66.82	67.79	65.77	95.17
PESO DE SUELO SECO	gr.	483.13	427.41	369.06	478.50
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	13.83%	15.86%	17.82%	19.89%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	13.83%	15.86%	17.82%	19.89%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.677	1.787	1.783	1.691

RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA

1.797

gr/cm³

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

16.74%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Noel Choque Guzman

 INGENIERO CIVIL

 CIP. N° 239714

 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORT

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
		VERSIÓN :	
	INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.S.	PAGINA :	

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

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"

SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CEMENTO (5%) FECHA : 8/10/2022

CALICATA : C - 03

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		5		5		5	
		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	12538	12561	12570	12616	12004	12134
PESO DEL MOLDE	gr.	8113	8113	8282	8282	7983	7983
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	2115	2115	2135	2135	2122	2122
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4425	4448	4288	4334	4081	4151
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.092	2.103	2.008	2.030	1.923	1.956
TARRO N°		49	50	51	52	53	54
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	512.61	513.08	526.68	585.3	482.63	529.89
TARRO + SUELO SECO	gr.	447.86	446.02	459.71	504.56	422.36	456.41
PESO DEL TARRO	gr.	56.85	57.735	57.735	57.735	57.735	57.735
PESO DEL AGUA	gr.	64.75	67.06	66.97	80.74	60.27	74.48
PESO DEL SUELO SECO	gr.	391.01	388.285	401.975	446.825	364.625	397.675
HUMEDAD	%	16.56%	17.27%	16.66%	18.07%	16.53%	18.73%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.795	1.793	1.722	1.719	1.650	1.648

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
04/10/22	10.00 AM.	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
05/10/22	10.00 AM.	24:00:00	8.00	0.20	0.16	16.00	0.41	0.32	21.00	0.53	0.42
06/10/22	10.00 AM.	48:00:00	15.00	0.38	0.30	29.00	0.74	0.58	36.00	0.91	0.72
07/10/22	10.00 AM.	72:00:00	19.00	0.48	0.38	35.00	0.89	0.70	45.00	1.14	0.90
08/10/22	10.00 AM.	96:00:00	22.00	0.56	0.44	38.00	0.97	0.76	46.00	1.17	0.92

PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
00:30	0.635	0.025	136.7	136.7	6.9		87.3	87.3	4.4		59.7	59.7	3.0	
01:00	1.270	0.050	239.7	239.7	12.1		154.6	154.6	7.8		102.1	102.1	5.2	
01:30	1.900	0.075	372.0	372	18.8		242.7	242.7	12.3		160.3	160.3	8.1	
02:00	2.540	0.100	496.1	496.1	25.1		324.6	324.6	16.4		215.1	215.1	10.9	
03:00	3.810	0.150	726.7	726.7	36.7		471.5	471.5	23.8		318.9	318.9	16.1	
04:00	5.080	0.200	959.1	959.1	48.5		624.7	624.7	31.6		416.7	416.7	21.1	
05:00	6.350	0.250	1088.4	1088.4	55.0		700.8	700.75	35.4		466.7	466.7	23.6	
06:00	7.620	0.300	1217.7	1217.7	61.6		776.8	776.8	39.3		516.7	516.7	26.1	
08:00	10.160	0.400	1359.2	1359.2	68.7		858.1	858.1	43.4		586.9	586.9	29.7	
10:00	12.700	0.500	1499.6	1499.6	75.8		1042.0	1042	52.7		651.2	651.2	32.9	

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Juan Carlos Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Exp. GEOTECNIA Y TRANSPORTES

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
		VERSIÓN :	
	INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.S.	PAGINA :	

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"
SOLICITANTE : COTRADO TICONA, HUGO **UBICACIÓN** : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
DESCRIPCIÓN : ADICIÓN DE CEMENTO (5%) **FECHA** : 8/10/2022
CALICATA : C - 03

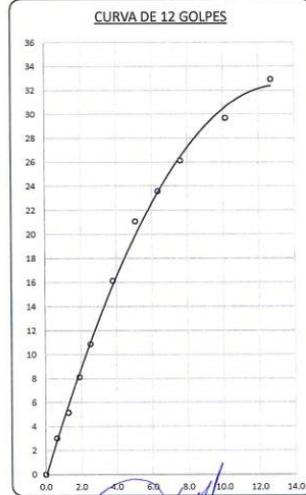
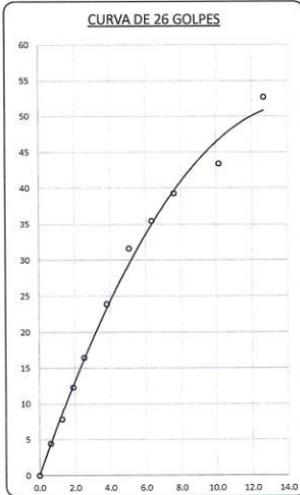
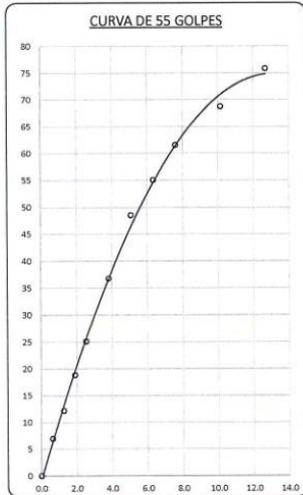


PARAMETROS DE C.B.R.

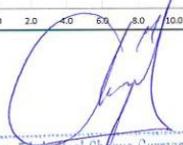
C.B.R. 01" AL 100% = 35.7%
 C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 23.0%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 Ing. Edwin Yoel Cheque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

Anexo 7. Boleta de servicios de los ensayos de laboratorio

INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT SOCIEDAD ANONIMA CERRADA JR. TARMA 252 URB. LAS MERCEDES PLAZA LA DOMINICAL LAS MERCEDES JULIACA - SAN ROMAN - PUNO		BOLETA DE VENTA ELECTRONICA RUC: 20606762357 EB01-16																						
Fecha de Vencimiento : Fecha de Emisión : 17/11/2022 Señor(es) : HUGO COTRADO TICONA DNI : 45448651 Tipo de Moneda : SOLES	Observación : TESIS: "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE LENTEJAS DE AGUA Y CEMENTO EN LA AVENIDA LA HUAYRANA, JULIACA 2022"																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Cantidad</th> <th style="width: 10%;">Unidad Medida</th> <th style="width: 40%;">Descripción</th> <th style="width: 15%;">Valor Unitario(*)</th> <th style="width: 10%;">Descuento(*)</th> <th style="width: 10%;">Importe de Venta(**)</th> <th style="width: 5%;">ICBPER</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1.00</td> <td style="text-align: center;">UNIDAD</td> <td>POR SERVICIO DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS (CONTENIDO DE HUMEDAD, LIMITES DE CONSISTENCIA, GRANULOMETRIA, PROCTOR MODIFICADO Y CBR.)</td> <td style="text-align: right;">1982.00</td> <td style="text-align: center;">0.00</td> <td style="text-align: right;">2,338.76</td> <td style="text-align: center;">0.00</td> </tr> </tbody> </table>	Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER	1.00	UNIDAD	POR SERVICIO DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS (CONTENIDO DE HUMEDAD, LIMITES DE CONSISTENCIA, GRANULOMETRIA, PROCTOR MODIFICADO Y CBR.)	1982.00	0.00	2,338.76	0.00	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">Otros Cargos :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Otros Tributos :</td> <td style="text-align: right;">S/0.00</td> </tr> <tr> <td>ICBPER :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Importe Total :</td> <td style="text-align: right;">S/2,338.76</td> </tr> </table>		Otros Cargos :	S/ 0.00	Otros Tributos :	S/0.00	ICBPER :	S/ 0.00	Importe Total :	S/2,338.76
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER																		
1.00	UNIDAD	POR SERVICIO DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS (CONTENIDO DE HUMEDAD, LIMITES DE CONSISTENCIA, GRANULOMETRIA, PROCTOR MODIFICADO Y CBR.)	1982.00	0.00	2,338.76	0.00																		
Otros Cargos :	S/ 0.00																							
Otros Tributos :	S/0.00																							
ICBPER :	S/ 0.00																							
Importe Total :	S/2,338.76																							
SON: DOS MIL TRESCIENTOS TREINTA Y OCHO Y 76/100 SOLES																								
(*) Sin impuestos. (**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">Op. Gravada :</td> <td style="text-align: right;">S/ 1,982.00</td> </tr> <tr> <td>Op. Exonerada :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Op. Inafecta :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>ISC :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>IGV :</td> <td style="text-align: right;">S/ 356.76</td> </tr> <tr> <td>ICBPER :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Otros Cargos :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Otros Tributos :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Monto de Redondeo :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Importe Total :</td> <td style="text-align: right;">S/ 2,338.76</td> </tr> </table>		Op. Gravada :	S/ 1,982.00	Op. Exonerada :	S/ 0.00	Op. Inafecta :	S/ 0.00	ISC :	S/ 0.00	IGV :	S/ 356.76	ICBPER :	S/ 0.00	Otros Cargos :	S/ 0.00	Otros Tributos :	S/ 0.00	Monto de Redondeo :	S/ 0.00	Importe Total :	S/ 2,338.76		
Op. Gravada :	S/ 1,982.00																							
Op. Exonerada :	S/ 0.00																							
Op. Inafecta :	S/ 0.00																							
ISC :	S/ 0.00																							
IGV :	S/ 356.76																							
ICBPER :	S/ 0.00																							
Otros Cargos :	S/ 0.00																							
Otros Tributos :	S/ 0.00																							
Monto de Redondeo :	S/ 0.00																							
Importe Total :	S/ 2,338.76																							
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.																								

Anexo 8. Certificado de calibración de equipos



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

**CERTIFICADO DE CALIBRACION
LF-CC-010-22**

Pag. 1 de 4

CLIENTE : INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	CELDA DE CARGA
FABRICANTE	KELI
MODELO	----
N° SERIE	AQA0052
CAPACIDAD	5000 Kgf
INDICADOR	INDICADOR DIGITAL
FABRICANTE	OHAUS
MODELO	T31P
N° SERIE	B844677363
PRECISION	1 Kgf

Los resultados de la medición reportados en este certificado fueron obtenidos siguiendo los procedimientos de calibración dados en el siguiente párrafo, donde los estándares de referencia son indicados en la siguiente página el cual garantiza la trazabilidad del instrumento Patrón y los certificados de calibración acreditado validan lo expuesto

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025, Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

UBICACIÓN Laboratorio In Situ - Juliaca

DIA DE LA MEDICION 21/03/2022



STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LF-CC-010-22

Pag. 2 de 4

La Trazabilidad mediante la Medicón de referencia Estandar N°33713
Validado por el certificado de calibración N° 18-0529-1 (INRIN)
Validado por el certificado de calibración N° LAT 093 242719F

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACION:

Temperatura de Ambiente (16.8 +/- 1) °C
Humedad Relativa (60 +/- 5) °C %Hr

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	CELDA DE CARGA
FABRICANTE	KELI
MODELO	----
N° SERIE	AQA0052
CAPACIDAD	5000 kgf
INDICADOR	INDICADOR DIGITAL
FABRICANTE	OHAUS
N° SERIE	B844677363

INFORMACION DEL INSTRUMENTO PATRON:

EQUIPO	DINAMOMETRO (Load cell)
FABRICANTE	AEP Transducers
MODELO	C8S
N° SERIE	723547
CAPACIDAD	1000 KN
PROC. CAL.	Compresión
INDICADOR:	AEP TRANSDUCER (Indicador Digital)
MODELO	MP10 Plus
N° SERIE	6593





METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

Pag. 3 de 4

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LF-CC-010-22

Indicador Digital Marca OHAUS, Modelo T31P, Serie B844677363

SISTEMA DIGITAL "A" Div.	SERIES DE CALIBRACION (Kgf)			PROMEDIO "B" Kgf	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) Kgf	SERIE (2) Kgf	SERIE (3) Kgf		
250	250	250	249	249	0.12
500	498	500	499	499	0.15
750	749	750	748	749	0.14
1,000	999	997	998	998	0.10
1,250	1,245	1,248	1,247	1,247	0.11
1,500	1,497	1,499	1,496	1,497	0.10
1,750	1,746	1,748	1,749	1,748	0.08
2,000	1,990	1,992	1,991	1,991	0.06
2,500	2,492	2,493	2,494	2,493	0.04
3,000	2,985	2,986	2,988	2,986	0.05

NOTAS SOBRE LA CALIBRACION

1. - La Calibración se hizo según Basado en el Método C de la norma ASTM E4-07
2. - Rp es el Error de Repetibilidad definidos en la citada Norma.
Rp = Desviación Estándar
3. - Rp no excedan el +/- 1.0 %

Coefficiente Correlación:

$R^2 = 1$

$$Y = -2 \cdot 10^{-6} X^2 + 1.0009 X^0 - 1.0441$$

X : Lectura de la pantalla

Y : fuerza promedio (Kgf)



JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
CELULAR 999934038 - 949746864 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

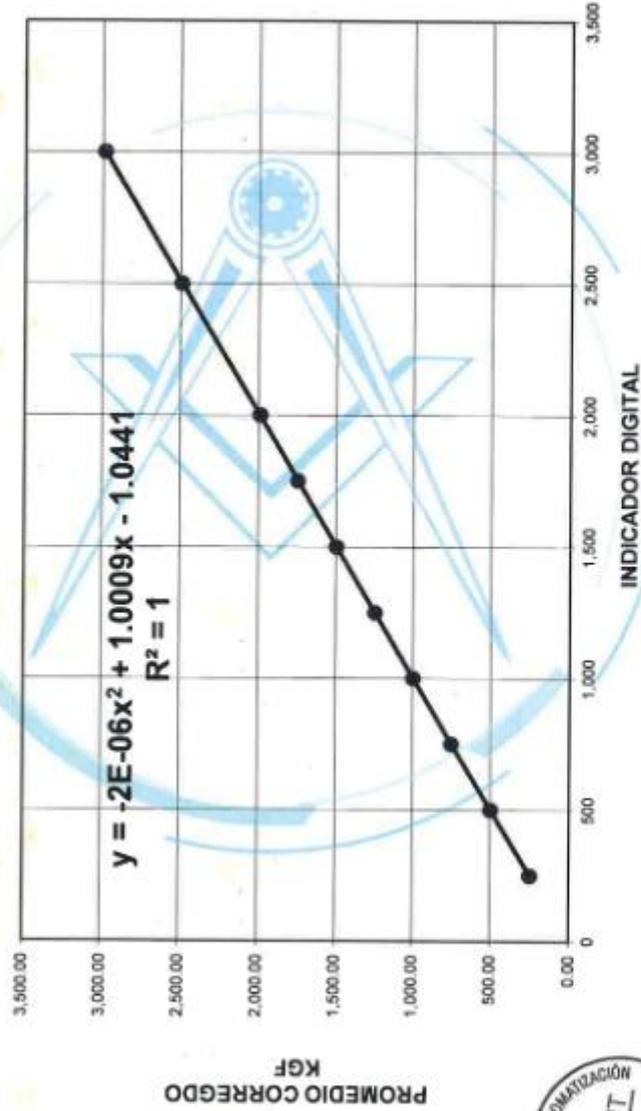
METAUT

Pág 4 de 4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-CC-010-22

Indicador Digital Marca OHAUS, Modelo T31P, Serie B844677363



JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
CELULAR 999934038 – 949746864 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACION LTF-LA-004-22

Pag. 1 de 2

CLIENTE : INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	MAQUINA LOS ANGELES
FABRICANTE	PYS EQUIPOS
MODELO	STMH-3
SERIE	200406
PRECISION	1 RPM
CAPACIDAD	12 Kg
F. CALIBRACION	21/03/2022
F. PROX. CALIBRACION	21/03/2023

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades (SI)

La dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados.

Para la realización del Proceso de calibración del equipo Metaut se basa en el procedimiento ASTM C 702 "Standard practice for reducing samples of aggregate to testing size".

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

METODO DE CALIBRACION:

La calibración se realizó por comparación directa basado según ASTM C702 y PC-MT-001 procedimiento para la calibración de tacómetro con sensor óptico.

TRAZABILIDAD:

tacómetro digital Marca Hold Peak Modelo HP-9235C Certificado T's-0068-2021 acreditado por INACAL.
Pie de Rey de 300 mm Prec. 0.01 mm Mitutoyo - Japones Mod. CDN-P12" PMX Serie 0003131 Certificado FA-0201-2022 - acreditado por INACAL
01 Juego De Pesas de 1mg a 500mg, Certificado PE21-C-0478

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACION:

Temperatura de Ambiente

(16.8 +/- 1) °C

Humedad Relativa

(60 +/- 5) %Hr



STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO

C.I.P. Nº 182685

JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
CELULAR 999934038 - 949746864 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LLA-CCG-011-22

Pag. 1 de 2

CLIENTE : INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	COPACASAGRANDE
FABRICANTE	ORION
MODELO	---
CONTADOR	DIGITAL
N° SERIE	20011214
F. CALIBRACION	21/03/2022
F. PROX. CALIBRACION	21/03/2023

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades (SI)

La dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados.

Para la realización del Proceso de calibración del equipo Metaut sigue el procedimiento ASTM D4318-17 "Estándar test methods for liquid limit, plastic limit, Plasticity index of soils".

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados

METODO DE CALIBRACION:

La calibración se realizó por comparación directa según los procedimientos de la norma ASTM D4318-17 "Standard Test methods for liquid limit, Plastic limit, Plasticity index of soils"

INSTRUMENTO PATRON:

Pie de Rey de 300 mm Prec. 0.01 mm Mitutoyo - Japones
Mod. CDN-P12" PMX Serie 0003131 Calibrado FA-0201-2022
INACAL

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACION:

Temperatura de Ambiente (16.8 +/- 1) °C
Humedad Relativa (60 +/- 5) %Hr



STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LLA-CCG-011-22

Pag. 2 de 2

APARATO LIMITE LIQUIDO						
Conjunto de la Cazuela						
Dimensiones	A		B		C	
Descripción	Radio de Copa		Espesor de Copa		Profundidad de Copa	
Métrico, mm	54.0		2		27.0	
Tolerancia, mm	1		0.2		1	
Inglés, pulg	2.12		0.078		1.062	
Tolerancia, pulg	0.08		0.004		0.04	
Medidas del equipo	53.73	53.72	2.21	2.21	26.95	26.95

BASE						
Dimensiones	A		K		L	
Descripción	Ancho		Espesor		Largo	
Métrico, mm	125		50		150	
Tolerancia, mm	2		2		2	
Inglés, pulg	4.92		1.97		5.9	
Tolerancia, pulg	0.2		0.2		0.2	
Medidas del equipo	124.70	124.80	50.30	50.30	152.08	152.06

Ranurador - Extremo Curvado						
Dimensiones	K		A		B	
Descripción	Espesor		Borde Cortante		Ancho	
Métrico, mm	10		2		11	
Tolerancia, mm	0.05		0.1		0.2	
Inglés, pulg	0.394		0.079	0.531	0.531	
Tolerancia, pulg	0.004		0.004	0.004	0.004	
Medidas del equipo	10.00	10.00	2	2	13.2	13.1

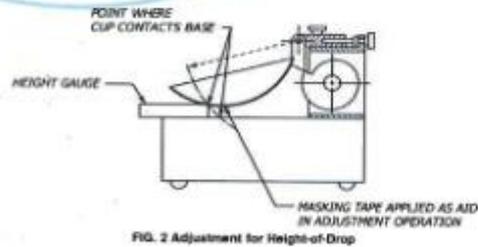
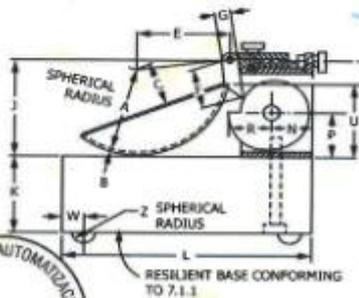


FIG. 2 Adjustment for Height-of-Drop



JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
 CELULAR 999934038 - 949746864 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com
 WWW.METAUT.COM



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-144-22

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS Y
EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:

Pie de Rey de 300mm, Precisión 0,01mm Mitutoyo-Japones Mod CDN-
P12° PMX serie 0003131, Certificado FA-0201-2022 INACAL.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 2 1/2" TIENE UNA LUZ DE $(63 \pm 1.69 \text{ mm})$.

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 19E40
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRONICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-145-22

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS Y
EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-JAPONES
MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO EA-0201-2022
INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 2" TIENE UNA LUZ DE $(50 \pm 1.34$
mm).

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 20F05
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 - Pacasmayo - La Libertad
Cel. 999934038 - E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-146-22

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:

Pie de Rey de 300mm, Precisión 0.01mm Mitutoyo-Japones Mod CDN-
P12" PMX serie 0003131, Certificado PA-0201-2022 INACAL.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 1 1/2" TIENE UNA LUZ DE $(37.5 \pm 1.01 \text{ mm})$.

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 20A06
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-147-22

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-
JAPONES MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-
0201-2022 INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 1" TIENE UNA LUZ DE (25 + 0.682
mm).

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 20D04
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-148-22

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-
JAPONES MOD.CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-
0201-2022 INACAL.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 3/4" TIENE UNA LUZ DE $(19 \pm 0.522 \text{ mm})$.

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 20H24
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRONICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 - Pacasmayo - La Libertad
Cel. 999934038 - E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-149-22

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-JAPONES
MOD CDN-P12" PMX SERIE 000313J, CERTIFICADO FA-0201-2022
INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 1/2" TIENE UNA LUZ DE $(12.5 \pm 0.346 \text{ mm})$.

FABRICADA EN ACERO INOX. DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 20B11
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRONICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-150-22

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-
JAPONES MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-
0201-2022 INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 3/8" TIENE UNA LUZ DE $(9.5 \pm 0.265 \text{ mm})$.

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 20114
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRONICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 - Pacasmayo - La Libertad
Cel. 999934038 - E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-151-22

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-JAPONES
MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-0201-2022
INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 1/4" TIENE UNA LUZ DE $(6.3 \pm 0.178 \text{ mm})$.

FABRICADA EN ACERO INOX. DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 19034
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 - Pacasmayo - La Libertad
Cel. 999934038 - E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-152-22

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-JAPONES
MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-0201-2022
INACAL.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE MALLA N° 8 TIENE UNA LUZ DE
(2.36 ± 0.069 mm).

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : PYS
N° SERIE : 8BS8F932770
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 - Pacasmayo - La Libertad
Cel. 999934038 - E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-153-22

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:

Pie de Rey de 300mm, Precisión 0,01mm Mitutoyo-Japones Mod CDN-
P12" PMX serie 0003131, Certificada FA-0201-2022 INACAL.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE N° 10 TIENE UNA LUZ DE $(2 \pm 0.059 \text{ mm})$.

FABRICADA EN ACERO INOX. DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 20Q11
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 - Pacasmayo - La Libertad
Cel. 999934038 - E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-154-22

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:

Pie de Rey de 300mm, Precisión 0,01mm Mitutoyo-Japones Mod CDN-
P12" PMX serie 0003131, Certificado FA-0201-2022 INACAL.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE N° 12 TIENE UNA LUZ DE $(1.7 \pm 0.050 \text{ mm})$.

FABRICADA EN ACERO INOX. DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : PYS
N° SERIE : 12BS8F853122
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-155-22

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:

Pie de Rey de 300mm, Precisión 0.01mm Mitutoyo-Japones Mod CDN-
P12" PMX serie 0003131, Certificado FA-0201-2022 INACAL.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE N° 16 TIENE UNA LUZ DE (1.18
 \pm 0.036 mm).

FABRICADA EN ACERO INOX. DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 19S47
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 - Pacasmayo - La Libertad
Cel. 999934038 - E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-156-22

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS Y
EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:

PIE DE REY DE 300MM, PRECISION 0.01MM MITUTOYO-JAPONES
MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-0201-2022
INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE N° 20 TIENE UNA LUZ DE $(850 \pm 26.2 \mu\text{m})$.

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 20U02
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRONICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-157-22

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-JAPONES
MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-0201-2022
INACAL.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE MALLA N° 30 TIENE UNA LUZ
DE (600 ± 19 um).

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 19V67
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRONICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 - Pacasmayo - La Libertad
Cel. 999934038 - E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-158-22

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:

Pie de Rey de 300mm, Precisión 0,01mm Mitutoyo-Japones Mod CDN-
P12" PMX serie 0003131, Certificado FA-0201-2022 INACAL.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE N° 40 TIENE UNA LUZ DE $(425 \pm 14.0 \mu\text{m})$.

FABRICADA EN ACERO INOX. DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 19X45
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 - Pacasmayo - La Libertad
Cel. 999934038 - E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-159-22

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:

Pie de Rey de 300mm, Precisión 0,01mm Mitutoyo-Japones Mod CDN-
P12" PMX serie 0003131, Certificado FA-0201-2022 INACAL.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE N° 50 TIENE UNA LUZ DE $(300 \pm 10.4 \mu\text{m})$.

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 19Y49
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT



METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-160-22

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:

Pie de Rey de 300mm, Precisión 0,01mm Mitutoyo-Japones Mod CDN-
P12" PMX serie 0003131, Certificado FA-0201-2022 INACAL.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE N° 100 TIENE UNA LUZ DE (150
± 6.0 um).

FABRICADA EN ACERO INOX. DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 20AB09
FECHA : 21-03-2022



STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT



METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-161-22

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:

Pie de Rey de 300mm, Precisión 0,01mm Mitutoyo-Japones Mod CDN-
P12" PMX serie 0003131, Certificado FA-0201-2022 INACAL.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE N° 4 TIENE UNA LUZ DE $(4.75 \pm 0.135 \text{ mm})$.

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 20M17
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com

Anexo 9. Panel fotográfico



Fotografía 1. Lenteja de agua en el Lago Titicaca



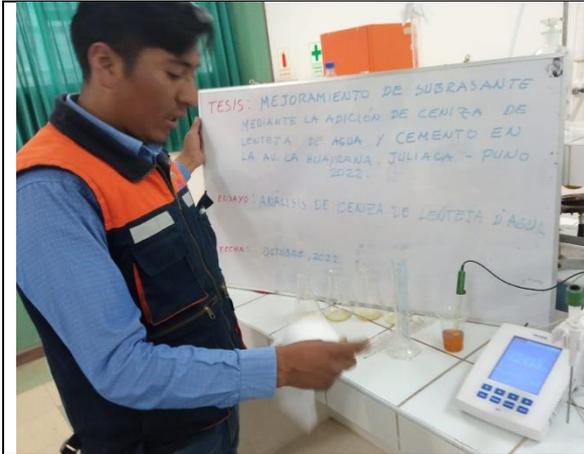
Fotografía 2. Lenteja de agua en el Lago Titicaca



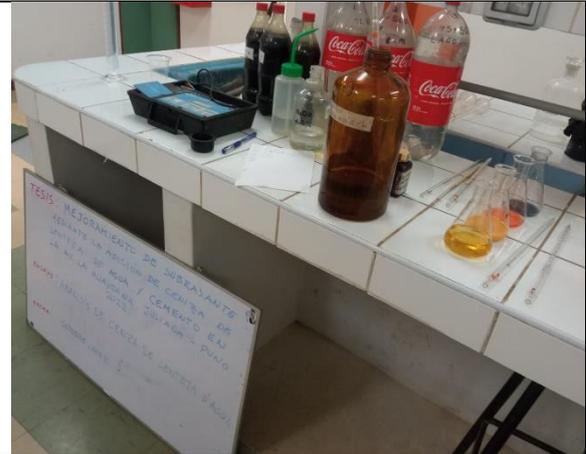
Fotografía 3. Lenteja de agua en el Lago Titicaca



Fotografía 4. Secado de la lenteja de agua



Fotografía 5. Equipos empleados para el análisis físico y químico de la ceniza



Fotografía 6. Equipos empleados para el análisis físico y químico de la ceniza



Fotografía 7. Equipos empleados para el análisis físico y químico de la ceniza



Fotografía 8. Equipos empleados para el análisis físico y químico de la ceniza



Fotografía 9. Muestra de suelo



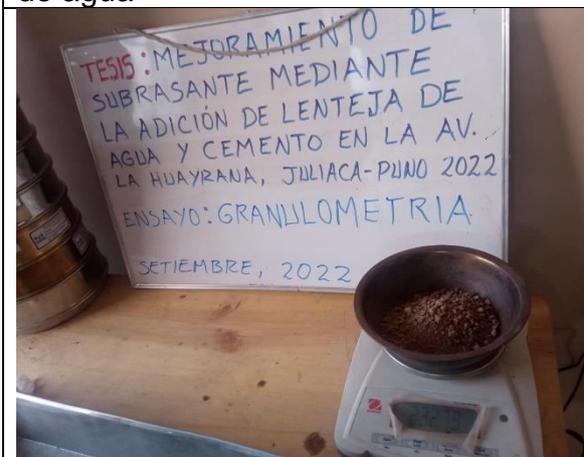
Fotografía 10. Muestra de suelos analizados



Fotografía 11. Probeta para la adición de agua



Fotografía 12. Equipo empleado para la granulometría



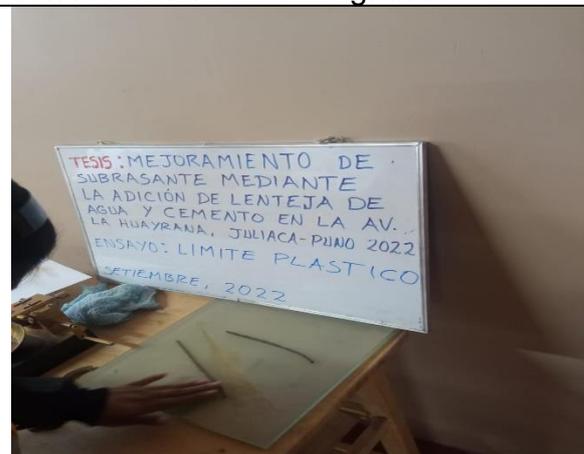
Fotografía 13. Pesado de las muestras ensayadas



Fotografía 14. Ensayo de límite líquido con la cuchara de Casagrande



Fotografía 15. Ensayo de límite líquido con la cuchara de Casagrande



Fotografía 16. Ensayo de límite plástico



Fotografía 17. Compactación de las muestras



Fotografía 18. Dial para la medición de la expansión



Fotografía 19. Ensayo de Proctor modificado



Fotografía 20. Compactación de la muestra



Fotografía 21. Llenado de los moldes antes de la compactación



Fotografía 22. Especímenes con el papel filtrante



Fotografía 23. Combinación de la ceniza de lenteja de agua, cemento y suelo



Fotografía 24. Ensayo de Californian Bearing Ratio



Fotografía 25. Ensayo de Californian Bearing Ratio



Fotografía 26. Especímenes previo a ser saturados



Fotografía 27. Especímenes previo a ser saturados



Fotografía 28. Especímenes previo a ser saturados



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, JORGE RICHARD OLARTE PINARES, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis Completa titulada: "Mejoramiento de Subrasante con Adición de Cenizas de Lenteja de Agua y Cemento en la Avenida La Huayrana, Juliaca 2022", cuyo autor es COTRADO TICONA HUGO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 27.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 19 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
JORGE RICHARD OLARTE PINARES DNI: 40752422 ORCID: 0000-0001-5699-1323	Firmado electrónicamente por: JOLARTEP el 12-01- 2023 22:28:16

Código documento Trilce: TRI - 0495049