

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**Incorporación de la ceniza de hoja de coca para el
mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023**

Tesis para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÍCOLA

Presentado por:

Bach. Huamani Prado, Pether

Asesor:

Msc. Ing. Richard Alex Oscoco Peceros

Ayacucho - Perú

2024

DEDICATORIA

Muchas gracias a mis padres, que me ayudaron en todo momento, me dieron un apoyo inquebrantable e impidieron que me derrumbara ante la adversidad.

Muchos de mis logros se los debo a mi hermana y madre Ruth Ricarda Huamaní Prado y a mi esposa Nancy Cuba Escalante por ayudarme en convertirme en la persona que soy hoy. Me dieron todo el apoyo y la paciencia que nunca dejaron de inspirarme para alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer sinceramente a mi asesora su paciencia y tenacidad a la hora de ayudarme a alcanzar nuestros objetivos comunes. Sus perspicaces consejos fueron muy beneficiosos y esenciales para la creación de esta obra. Además, su inquebrantable ayuda y sus amables comentarios me inspiraron constantemente. Agradezco sinceramente toda su ayuda y sus consejos.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
GLOSARIO.....	viii
ACRÓNIMOS.....	xi
SÍMBOLOS.....	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xv
I. MARCO TEÓRICO.....	17
1.1. ANTECEDENTES	17
1.1.1. Investigaciones internacionales.	17
1.1.2. Investigaciones nacionales.	19
1.2. BASES TEÓRICAS.....	21
1.2.1. Suelo	21
1.2.2. La subrasante	22
1.2.3. Subrasante de suelos finos.....	23
1.2.4. Propiedades físicas del suelo	23
1.2.5. Propiedades mecánicas del suelo.....	25
1.2.6. La hoja de coca	27
1.2.7. Ceniza	28
1.2.8. La ceniza de hoja de coca (CHC)	29
1.3. MARCO CONCEPTUAL.....	29
1.3.1. El Suelo	29
1.3.2. El suelo de matriz fina	29
1.3.3. Subrasante.....	29
1.3.4. Hoja de coca	29
1.3.5. Ceniza de hoja de coca	30
II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	31
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACION	31
2.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACION.....	32
2.3.1. Espacial.....	32
2.3.2. Temporal.....	32
2.3.3. Temática y unidad de análisis.....	33
2.4. FORMULACIÓN DE LA INVESTIGACION.....	33

2.4.1.	Problema general.	33
2.4.2.	Problemas específicos.	33
2.5.	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.	34
2.6.	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	35
2.7.	ENFOQUE.	36
2.8.	ALCANCE (EXPLORATORIO, DESCRIPTIVO, CORRELACIONAL, EXPLICATIVO).	36
2.9.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN (TIPOS: EXPERIMENTAL Y/O NO EXPERIMENTAL).	37
2.10.	POBLACIÓN Y MUESTRA.	37
2.11.	HIPÓTESIS.	38
2.11.1.	Hipótesis general.	38
2.11.2.	Hipótesis específicas.	38
2.12.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES, DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONAL.....	38
2.12.1.	VARIABLES.....	38
2.13.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.	39
2.14.	TÉCNICAS ESTADÍSTICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	40
2.15.	DESARROLLO DEL TRABAJO DE TESIS.....	40
2.15.1.	Colección de productos	41
2.15.2.	Fabricación de moldes.....	41
2.15.3.	Análisis e interpretación	41
III.	RESULTADOS.....	42
3.1.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	50
3.2.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN	60
IV.	CONCLUSIONES.....	63
4.1.	CONCLUSIONES.....	63
4.2.	RECOMENDACIONES	65
4.3.	TRABAJO FUTUROS.....	65
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	66
	ANEXOS	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Abaco de la carta de plasticidad	25
Figura 2: Proceso de estabilización y mejoramiento de suelos.....	27
Figura 3: Cuadro de procedimiento.....	36
Figura 4: Operacionalización de variables	38
Figura 5: Tendencia del valor promedio del índice de plasticidad.	44
Figura 6: Tendencia del valor promedio de la RCS	45
Figura 7: Tendencia del valor promedio del CBR	47
Figura 8: Comparación económica de mejoramiento con y sin CHC.....	49
Figura 9: Punto crítico para el índice de plasticidad con el t calculado.	52
Figura 10: Punto crítico para la RCS de la subrasante con el t calculado.....	54
Figura 11: Punto crítico para el CBR de la subrasante con el t calculado.	56
Figura 12: Punto crítico para la evaluación económica con el t calculado.	59
Figura 13: Vista panorámica de la hoja de coca.....	171
Figura 14: Vista panorámica de la ceniza de hoja de coca y el suelo	172
Figura 15: Preparación del suelo con incorporación de CHC.....	173
Figura 16: Preparación del suelo con incorporación de CHC.....	173
Figura 17: Ensayo de limite liquido del suelo sin CHC.....	174
Figura 18: Ensayo de limite liquido del suelo con CHC	174
Figura 19: Ensayo de limite plástico del suelo sin CHC.....	175
Figura 20: Ensayo de limite plástico del suelo con CHC.....	175
Figura 21: Ensayo de limite plástico del suelo con CHC.....	176
Figura 22: Ensayo de Proctor modificado del suelo sin CHC	176
Figura 23: Ensayo de Proctor modificado del suelo con CHC	177
Figura 24: Ensayo de CBR del suelo sin CHC	178
Figura 25: Ensayo de CBR del suelo con CHC	178
Figura 26: Ensayo de CBR del suelo con CHC	179

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Nomenclatura de los suelos granulares según SUCS.....	21
Tabla 2: Nomenclatura de los suelos finos según SUCS	22
Tabla 3: Clasificación de valores de CBR.....	22
Tabla 4: Categorización de suelos en función a su plasticidad	24
Tabla 5: Análisis granulométrico para agregado fino	28
Tabla 6: Resumen de las características de los suelos analizados.....	42
Tabla 7: Resultados del Índice de plasticidad en C-1 ,C-2,C-3	43
Tabla 8: Resultados del índice de plasticidad en calicata promedio	43
Tabla 9: Resultados de la resistencia la compresión en C-1, C-2, C-3	44
Tabla 10: Resultados de la resistencia la compresión en calicata promedio.....	45
Tabla 11: Resultados del CBR en C-1, C-2, C-3.....	46
Tabla 12: Resultados del CBR en calicata promedio	46
Tabla 13: Peso del suelo a mejorar.....	48
Tabla 14: Costo unitario del suelo a mejorar sin CHC.....	48
Tabla 15: Costo unitario del suelo a mejorar empleando CHC.....	48
Tabla 16: Justificación de normalidad para índice de plasticidad.....	50
Tabla 17: Punto crítico para la plasticidad de la subrasante.....	51
Tabla 18: Justificación de normalidad para la resistencia a la compresión.....	53
Tabla 19: Punto crítico para la RCS de la subrasante	54
Tabla 20: Justificación de normalidad para el CBR de la subrasante	55
Tabla 21: Punto crítico para el CBR de la subrasante	56
Tabla 22: Justificación de normalidad para la evaluación económica	57
Tabla 23: Punto crítico para la evaluación económica de la subrasante	58

GLOSARIO

Abrasión: Desgaste mecánico de áridos, agregados, piedras por fricción y/o impacto.

Aglutinante: Un producto (como material arcilloso y cal apagada) que se une como resultado de cambios físicos (generalmente reversibles) en presencia de agua.

Absorción: El proceso por el cual un líquido es atraído a los poros permeables de un sólido y tiende a llenarlos.

Aditivo: Producto químico o mineral que modifica una o más propiedades de un material o mezcla de éstos.

Ahuellamiento: Surcos o huellas que se presentan en la superficie de rodadura de una carretera pavimentada o no pavimentada y que son el resultado de la consolidación o movimiento lateral de los materiales por efectos del tránsito.

Análisis Costo Beneficio: Metodología de evaluación de un Proyecto de que consiste en identificar, cuantificar y valorar monetariamente los costos y beneficios generados por el Proyecto durante su vida útil, con el objeto de emitir un juicio sobre la conveniencia de su ejecución en lugar de otra alternativa.

Asentamiento: Desplazamiento vertical o hundimiento de cualquier elemento de la vía.

Calor de hidratación: El calor liberado cuando un compuesto químico reacciona con el agua, como el producido durante el fraguado y endurecimiento del cemento.

Cantera: Depósito natural con material apto para la construcción, reparación, mejoramiento y/o mantenimiento de caminos.

Cemento Portland: Es un producto obtenido por la trituración del Clinker Portland con la adición final de yeso natural.

Densidad: La relación entre la masa y el volumen de una sustancia a una temperatura dada.

Bache: Depresión que se forma en la superficie de rodadura producto del desgaste originado por el tránsito vehicular y la desintegración localizada.

Base: Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una subbase o de la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser también de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños. La base es parte de la estructura de un pavimento.

Carretera: Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

CBR (California Bearing Ratio): Valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo.

Cohesión: La resistencia al corte de un suelo, a una tensión normal.

Contenido De Humedad: Volumen de agua de un material determinado bajo ciertas condiciones y expresado como porcentaje de la masa del elemento húmedo, es decir, la masa original incluyendo la sustancia seca y cualquier humedad presente.

Durabilidad: Propiedad de un material o mezcla para resistir desintegración por efectos mecánicos, ambientales o de tráfico.

Fatiga: Reducción gradual de la resistencia de un material debido a solicitaciones repetidas.

Flujo De Tránsito: Movimiento de vehículos que se desplazan por una sección dada de una vía, en un tiempo determinado.

Límite Líquido: Contenido de agua del suelo entre el estado plástico y el líquido de un suelo.

Límite Plástico: Contenido de agua de un suelo entre el estado plástico y el semisólido.

Limos: Partículas de roca o minerales cuyas dimensiones están entre 0,02 y 0,002mm.

Subbase: Capa que forma parte de la estructura de un pavimento que se encuentra inmediatamente por debajo de la capa de Base.

Suelo Arcilloso: Conformado por arcillas o con predominancia de éstas. Por lo general, no es adecuado para el tránsito vehicular.

Suelo Arenoso: Conformado por arena o con predominancia de ésta. Por lo general, no es adecuado para el tránsito vehicular.

Suelos Expansivos: Suelos que al ser humedecidos sufren una expansión que pone en peligro a las estructuras cimentadas sobre ellos.

Trocha Carrozable: Vía transitable que no alcanza las características geométricas de una carretera.

ACRÓNIMOS

AASHTO	: Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transportes.
ASTM	: Asociación Americana para el Ensayo de Materiales.
C.H.C	: Ceniza de hoja de coca
CBR	: Soporte del suelo
IP	: Índice de Plasticidad
MTC	: Ministerio de Transportes y Comunicaciones
NTP	: Norma Técnica Peruana
H	: Hora
Km	: Kilómetro
Kg	: Kilogramo
LL	: Limite Liquido
LP	: Limite plástico
RCS	: Resistencia a la compresión simple
SUCS	: Sistema unificado de clasificación de suelos

SÍMBOLOS

ρ	: valor p
%	: Porcentaje
Δ	: Variación
Π	: Pi
Σ	: Sumatoria
=:	Igual
$\neq$	: Diferente

RESUMEN

Con el fin de mejorar las características de la subrasante de matriz fina de la calzada, este estudio pretendía evaluar el impacto de la adición de ceniza de hoja de coca (CHC). Tramo Pampancca- Huaraca en el que se incorporaron diversas dosis de ceniza como porcentajes del 0,0%, 1,5%, 3,0% y 4,5%. El estudio emplea un diseño experimental aplicado, una metodología cuantitativa y un nivel correlacional. El material de subrasante de la carretera Pampancca-Huaraca km: 0+000 a 15+200 constituye la población de estudio. Las muestras, que consistieron en tres fosas en total, fueron sometidas a granulometría, clasificación SUCS y AASHTO, ensayos para determinar contenido de humedad, límites de consistencia, resistencia a la compresión simple y ensayo CBR. Los mejores valores en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de matriz fina se alcanzan con la adición de 3,0% de CHC, según los resultados de laboratorio. El índice de plasticidad disminuye en el rango del 76,50%, la resistencia a la compresión simple aumenta en el rango del 205,60%, el CBR de la muestra se incrementa de hasta un 206.36%, mientras que los costos se reducen hasta en un 30.51%. Por lo tanto, se puede decir que la adición de ceniza de hoja de coca mejora las características físico-mecánicas de la subrasante de matriz fina.

Palabras Clave: Mejoramiento, subrasante, suelo, Ceniza de hoja de coca.

ABSTRACT

In order to improve the characteristics of the fine matrix subgrade of the roadway, this study aimed to evaluate the impact of the addition of coca leaf ash (CHC). In the Pampancca-Huaraca section, different doses of ash were incorporated as percentages of 0.0%, 1.5%, 3.0% and 4.5%. The study employs an applied experimental design, a quantitative methodology and a correlational level. The subgrade material of the Pampancca-Huaraca road km: 0+000 to 15+200 constitutes the study population. The samples, which consisted of three pits in total, were subjected to granulometry, SUCS and AASHTO classification, tests to determine moisture content, consistency limits, simple compressive strength and CBR test. The best values in the physical and mechanical properties of the fine matrix subgrade are achieved with the addition of 3.0% CHC, according to laboratory results. The plasticity index decreases in the range of 76.50%, the simple compressive strength increases in the range of 205.60%, the CBR of the sample increases from up to 206.36%, while the costs are reduced by up to 30.51%. Therefore, it can be said that the addition of coca leaf ash improves the physical-mechanical characteristics of the fine matrix subgrade.

Keywords: Improvement, subgrade, soil, coca leaf ash.

INTRODUCCIÓN

Los suelos de matriz fina son depósitos de minerales constituidos materiales que poseen granos extremadamente finos, o partículas inferiores a 0,075 mm, que los definen. Este tipo de suelos son inadecuados para su uso como base de carreteras, puentes o cimientos de proyectos de construcción. Por lo tanto, sustituir esos suelos por un material que tenga mayores cualidades de resistencia es un planteamiento seguro. Pero se trata de una técnica cara, y no todos los proyectos pueden llevarse a cabo. Por ejemplo, cuando se construye una carretera, el diseño no está limitado por las características del estrato de soporte; por lo tanto, en algunas zonas será necesario abordar los suelos de matriz fina. Además, los ecosistemas naturales sufren cuando estos suelos se sustituyen por materiales de grava extraídos de canteras fluviales. Es crucial elegir soluciones alternativas que no tengan un impacto negativo en la ecología o el mundo natural. Otra opción es mejorar las características de estos suelos (estabilizarlos) mediante aditivos. Un sustituto popular es la estabilización mediante cemento o cal, que al añadirse al suelo modifica las cualidades de estabilidad y retención de humedad, al tiempo que reduce el contenido de humedad del suelo. Una solución eficaz al problema es añadir cemento o cal, pero las técnicas utilizadas para producir estos materiales son perjudiciales para el medio ambiente. Durante el proceso de extracción de piedra caliza o cemento de las canteras se liberan partículas peligrosas. Además, la calcinación y la combustión en horno emiten grandes volúmenes de CO₂ y necesitan mucha energía (MITECO 2018). Es crucial evaluar insumos sustitutivos adicionales para mejorar estos suelos de matriz fina.

La hoja de coca se produce en grandes cantidades en Perú; anualmente se producen cientos de miles de toneladas, principalmente en la región de Ayacucho, lo que indica que también existe una gran cantidad. En consecuencia, su uso como estabilizador de subrasante no se ve obstaculizado por la falta de suministro o la dependencia de otra industria, que crece constantemente debido al crecimiento demográfico y a los hábitos alimenticios medios de los peruanos.

El hecho de que la coca se produzca ilegal y extraoficialmente, perjudicando al Estado, y que muchas de ellas sean confiscadas y quemadas, contaminando el medio ambiente, es uno de los problemas de la industria. El objetivo de esta investigación es evitar estas dispersiones de partículas en el aire y utilizar suelos de matriz fina en beneficio del medio ambiente y de la industria de la construcción.

Este trabajo de tesis está formado por cinco apartados. El marco conceptual, los fundamentos teóricos y los antecedentes nacionales e internacionales conforman el marco teórico. En el tercero, se desarrolla la metodología de la investigación junto con el planteamiento del problema, que contiene su descripción, definición y límites, así como su significado, justificación y limitaciones. En la segunda se desarrollan el método, el alcance, el diseño del estudio, la población, la muestra, la hipótesis, la operacionalización de las variables, los procedimientos y los instrumentos, así como la creación del trabajo de tesis. Los resultados, el análisis y la contrastación de hipótesis se abordan en la cuarta sección. Las conclusiones, sugerencias y trabajos futuros se desarrollan en la quinta parte. Por último, los anexos correspondientes y la bibliografía.

OBJETIVOS.

Objetivo general.

Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de hoja de coca en el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023.

Objetivos específicos.

- a) Evaluar la influencia de la incorporación de ceniza de hoja de coca sobre el índice de plasticidad para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho – 2023.
- b) Evaluar cómo influye la incorporación de ceniza de hoja de coca sobre la resistencia a la compresión simple para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho – 2023.
- c) Evaluar como la incorporación de ceniza de hoja de coca influye sobre la capacidad de soporte para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho – 2023.
- d) Evaluar como la incorporación de ceniza de hoja de coca presentaría un mejor costo económico frente a otros métodos de estabilización para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023 .

I. MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES

1.1.1. *Investigaciones internacionales.*

De acuerdo a los antecedentes internacionales en el continente de África, en el país de Nigeria, ciudad de Ife, basado en el artículo de estudio titulado: “Estudio experimental sobre las propiedades geotécnicas del suelo tratado con ceniza de hoja de Plátano”. El objetivo de este estudio era investigar y evaluar el impacto de la ceniza de hoja de plátano sobre las propiedades geotécnicas del suelo. El estudio empleó un enfoque experimental y un nivel de investigación explicativo, centrándose en los suelos finos como población de la región de Ife. Según los resultados, el suelo analizado se obtuvieron valores de plasticidad (IP) de 38.0%, 27.0%, 18.3%, 16.6%, con la incorporación de 0%, 2%, 4%, 6% de ceniza de hoja de plátano (CHP) respectivamente. Mientras que para el CBR se obtuvo valores de 11.0%, 18.0%, 30.0%, 22.0% con la incorporación de 0%, 2%, 4%, 6% de CHP correspondientemente. Se concluyó que, aunque los valores del índice de plasticidad disminuyen, los valores del CBR aumentan, con un valor óptimo de 4% de Ceniza de hoja de plátano (Daramola et. al, 2021).

De forma similar en el continente de África, en el país de Nigeria, ciudad de Ejio, basado en la publicación del estudio denominado: “Efecto de la ceniza de hoja de plátano sobre el suelo meteorizado”. Cuyo objetivo fue, evaluar el efecto de la ceniza de hoja de plátano sobre las características del suelo meteorizado. Donde Hubo un nivel de estudio explicativo, un enfoque experimental y un tipo de investigación aplicada., donde se habitaban los suelos de Berger en el área de Ejio de Arigbajo. Según los resultados, los valores de resistencia a la compresión del suelo estudiado fueron simple no confinada (RCS) fueron de 180.00Kn/m², 200.20 Kn/m², 198.00 Kn/m², 196.40 Kn/m², 194.30 Kn/m², 192.20 Kn/m², 190.10 Kn/m², con la incorporación de 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12% de ceniza de hoja de plátano (CHP) respectivamente. Como si para el CBR fue adquirida. valores de 62.0%, 85.0%, 48.0%, 27.9%, 22.3%, 17.6%, 14.3% con la incorporación de 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12% de CHP correspondientemente. Esto reveló que se ha producido un aumento de los valores del CBR y RCS, con un valor óptimo de 2% de Ceniza de hoja de plátano (Olutaiwo et. al, 2018).

De forma similar en el continente de África, en el país de Nigeria, ciudad de Ekiti, según el artículo de investigación titulado: “Comparación entre las propiedades de resistencia de suelos estabilizados con ceniza de hoja de plátano y ceniza de hoja de palma aceitera”. Cuyo objetivo fue, evaluar el efecto de la ceniza de hoja de plátano y palma sobre características del suelo. Al utilizar una metodología experimental, se llevó a cabo una investigación explicativa a nivel de investigación, y la población objeto de estudio consistió en los suelos de Ekiti en la zona de Irepodun. Los resultados muestran que se encontraron valores de resistencia a la compresión para el suelo examinado. simple no confinada (RCS) fueron de 181.2 Kn/m², 201.14 Kn/m², 212.22 Kn/m², 198.62 Kn/m², 206.18 Kn/m², 172.26 Kn/m², con la incorporación de 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10% de ceniza de hoja de palma respectivamente. Como si para el CBR fue adquirida valores de 10.8%, 26.3%, 28.4%, 18.3%, 16.4%, 13.0% con la incorporación de 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10% de Ceniza de hoja de Palma respectivamente. Cuya conclusión fue que hay un incremento de valores del CBR y RCS, con un valor óptimo de 4% de Ceniza de hoja de palma (Omoloye, 2019).

Por otro lado, en el continente de Asia, en el país de India, ciudad de Punjab, basado en el artículo de estudio titulado: “Estabilización de suelos lateríticos para uso en carreteras con ceniza de hoja de bambú”. Cuyo objetivo fue, evaluar el efecto de la ceniza de hoja de bambú en las propiedades del suelo. Al utilizar una metodología experimental, se aplicó el tipo de investigación, con un nivel de análisis explicativo, y la población fue los suelos de Punjab, en la zona de Gharuan. Para el suelo analizado, los resultados muestran que se obtuvieron valores de índice de plasticidad (IP) de 28.2%, 27.3%, 29.2%, 37.3% y 21.5%, con la incorporación de 0%, 2.5%, 4.5%, 6.5%, 8.5% de ceniza de hoja de palma respectivamente. Como si para el CBR CBR fue adquirida valores de 6.44%, 14.84%, 18.62%, 39.21%, 25.22% con la incorporación de 0%, 2.5%, 4.5%, 6.5%, 8.5% de Ceniza de hoja de bambú respectivamente. Cuya conclusión fue que hay un incremento de valores del CBR y RCS, con un valor óptimo de 6.5% de Ceniza de hoja de bambú (Sarma et. al, 2020).

Por otro lado, en el continente de África, en el país de Nigeria, ciudad de Iwo, basado en la publicación del estudio denominado: “Estabilización de suelos para la construcción de carreteras utilizando cenizas de hojas de plátano”. El objetivo de este estudio era evaluar el impacto de la ceniza de hoja de plátano en las propiedades del suelo. Al utilizar una metodología experimental, se aplicó el tipo de investigación, con un nivel de análisis explicativo, y la población fue los suelos de Iwo, en la zona de Ife. Los resultados muestran que para el suelo examinado obtuvieron valores de índice de plasticidad (IP) de

26.0%, 20.0%, 15.0%, 6.3%, con la incorporación de 0%, 2.0%, 4.0%, 6.0%, de ceniza de hoja de plátano respectivamente. Mientras que para el CBR se obtuvo valores de 11.0%, 12.3%, 22.4%, 21.6%, con la incorporación de 0%, 2.0%, 4.0%, 6.0% de Ceniza de hoja de bambú respectivamente. Cuya conclusión fue que hay un incremento de valores del CBR y una reducción del índice de plasticidad, con un valor óptimo de 4.0% de Ceniza de hoja de plátano (Adunoye et. al, 2023).

Del mismo modo, en el estado indio de Bihar, en el artículo de estudio titulado: “Estabilización de suelo para subrasante utilizando ceniza de cascarilla de arroz, ceniza de bagazo de caña de azúcar y ceniza de estiércol de vaca para caminos rurales”. Este estudio se propuso evaluar el impacto de las cenizas de fondo de cuenca en las características del suelo. La metodología empleada fue la investigación experimental a nivel explicativo. Según las conclusiones, la adición de cenizas de cáscara de arroz, estiércol de vaca y bagazo de caña de azúcar aumenta los valores de CBR y UCS; un contenido ideal de cenizas sería del 7,5%. Los resultados mostraron que el empleo de cenizas volantes de diversos insumos mejoraba significativamente los valores de capacidad portante, uniformidad y capacidad. (Yadav, 2017).

1.1.2. Investigaciones nacionales.

Según Gálvez y Santoyo (2019) en su tesis optativa de grado en ingeniería titulada “Estabilización de suelos cohesivos a nivel de subrasante con ceniza de cáscara de arroz” cuyo objetivo general es: Analizar el impacto de la adición de ceniza de cáscara de arroz a la subrasante. Realicé un estudio utilizando una población de las 15 mezclas de diseño de muestra utilizando un diseño de investigación de tipo experimental. Los investigadores añadieron ceniza de cáscara de arroz, que ayuda a estabilizar el suelo. Analizaron el suelo y descubrieron que añadir ceniza al 3% aumentaba su CBR al 6,68%, añadir ceniza al 10% aumentaba su CBR al 10,93% y añadir ceniza al 15% aumentaba su CBR al 13,77%. Basándose en estos resultados, se puede concluir que la adición de ceniza puede mejorar el suelo..

De tal manera, Claveria, Triana y Varon (2018) en su tesis titulado “Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como material para subrasante”. Donde el objetivo general es evaluar las características geotécnicas de suelos volcánicos estabilizados con bagazo de caña de azúcar y CCA para su uso como subrasante. El enfoque adoptado es un diseño cuasi-

experimental de tipo cuantitativo. De acuerdo con los resultados, el 10% es la cantidad ideal de cáscara de arroz quemada (ceniza) a añadir para mejorar las características mecánicas y físicas del suelo que se examinó en la subrasante..

De igual forma Cubas y Falen (2016), señalan en su trabajo de investigación titulada “Evaluación de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y aplicación en carreteras no pavimentadas. Donde El propósito de este estudio es evaluar el uso de cenizas de carbón vegetal para la nivelación de caminos no pavimentados mediante activación alcalina. En una porción de la provincia de Lambayeque conocida como Pimentel y Lambayeque, se considera que la población es arenosa y arcillosa, por lo que se emplea un diseño cuasi-experimental cuantitativo. Encontrando que el producto CC-M2-NaOH tuvo el mejor desempeño a 20°C y 30°C en el transcurso de 7 días cuando se adicionó CC en una proporción de 21% y NaOH a 8 m con 3.20% de OCH, no se observó incremento en la resistencia del suelo en las muestras CC-M1-CCM3 al 7% y 14%. En conclusión, debido a su elevada concentración de silicio (CaO), los productos de carbono utilizados (CC-M2) son los más sensibles a los suelos arenosos y arcillosos, potenciando la resistencia del suelo.

Según Goñas y Saldaña (2020), en su artículo de investigación titulada “Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada”. Donde el objetivo era evaluar cómo los productos de la combustión del carbón, como las cenizas de carbón, pueden mejorar las propiedades mecánicas del suelo. Se utilizó un diseño de investigación experimental. Se utilizaron hojas de datos de pruebas de laboratorio y se recogieron muestras del suelo de las calles octava y novena de Las Lomas. Cuando se añadió 15%, 20% y 25% de ceniza de carbón al CBR, los resultados mostraron que el CBR aumentó en 2,3%, 2,9% y 3,5% para el tipo de suelo CH, y en 2,6%, 3,0% y 3,7% para el tipo de suelo OH. En resumen, las cenizas de carbón aumentan el CBR de los tipos de suelo CH y OH, pero el manual de carreteras establece que no pueden estabilizarse para ser utilizadas como un mejor CBR..

Según Neyra (2020) en su tesis para optar el título de ingeniería civil, titulada “Efecto de la incorporación de las cenizas de caña de azúcar en subrasante areno limosas” mantenido en la Universidad de Piura, con el objetivo principal de determinar el impacto de la adición de ceniza de caña de azúcar en la subrasante franco-arenosa. Finalmente, concluye con Cuando se coloca en combinación con 2% de cemento a un suelo franco-arenoso como el que se está evaluando para esta investigación, la ceniza de caña de azúcar puede elevar el CBR hasta 10%; sin embargo, a mayores cantidades, el CBR cae en comparación con el

suelo natural. Como sus partículas tienen una densidad inferior a la densidad seca máxima de las mezclas, la adición de ceniza de caña de azúcar reduce ese máximo. Dado que los pesos unitarios de ambos elementos difieren, la adición de ceniza en lugar de tierra aumenta el volumen de la mezcla..

1.2. BASES TEÓRICAS.

1.2.1. Suelo

Se denomina suelo a la corteza pétreo del terreno que se descompone mecánica y químicamente para generar materiales sueltos. Sin embargo, se cree que la idea de suelo en la industria de la ingeniería es la “disgregación mediante una acción mecánica o desintegración química de la capa rocosa externa de la tierra para convertirse en un grupo de partículas minerales” (Villalaz, 2004, pg. 18).

El suelo fino es “son atributos que posee el suelo cuyas propiedades físicas y mecánicas, que son medibles físicamente por eso son especialmente importantes al elegir el material del que debe estar construidos” (MTC, 2013).

Tabla 1:

Nomenclatura de los suelos granulares según SUCS

Grava	G	El 50% o más son retenidos en la malla N°4		
Arena	S	Si más del 50% pasa la malla N°4		
Bien graduado	W	P	Mal graduado	Es dependiente del Coeficiente de uniformidad y Compacidad
Limoso	M	C	Arcilloso	Es dependiente del LL y el IP

Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica (Braja M, Das 2013)

Tabla 2:*Nomenclatura de los suelos finos según SUCS*

Prefijo	Sufijo	Descripción
Limo	Baja plasticidad ($LL < 50\%$)	En la carta de plasticidad L y H e
Arcilla	Alta plasticidad ($LL > 50\%$)	stán separados por la línea B.
Orgánicos	Se debe reportar estos suelos	Suelos por debajo de la línea A

Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica (Braja M, Das 2013)

1.2.2. La subrasante

Sirve de soporte a la estructura del pavimento y es la capa superior del suelo natural. El suelo de cimentación debe tenerse en cuenta a la hora de diseñar el pavimento, y sus propiedades mecánicas, físicas y químicas deben evaluarse tanto sobre el terreno como en laboratorio. En el diseño de los firmes se tienen en cuenta cuatro elementos clave: El primero es el tráfico. Para dimensionar el pavimento es importante examinar las características físicas de la subrasante (granulometría, límites de consistencia, densidad y contenido de agua), las características de rigidez (módulo resiliente, módulo de elasticidad y CBR), las características hidráulicas (coeficiente de drenaje, permeabilidad y coeficiente de expansión, entre otros) y el coeficiente de elasticidad de la subrasante. (Menéndez, 2014).

Según el CBR se identificarán seis categorías de subrasante (MTC, 2014)

Tabla 3:*Clasificación de valores de CBR*

CATEGORÍA	CBR
SR_0 = Inadecuada	Para $CBR < 3\%$
SR_1 = Pobre	$3.0\% \leq CBR < 6.0\%$
SR_2 =Regular	$6.0\% \leq CBR < 10.0\%$
SR_3 =Buena	$10.0\% \leq CBR < 20.0\%$
SR_4 =Muy buena	$20.0\% \leq CBR < 30.0\%$

SR_5 =Excelente	Para CBR >30.0%
-------------------	-----------------

Fuente: MTC (2014).

1.2.3. Subrasante de suelos finos

En general, los suelos con una alta concentración de partículas diminutas son los que tienen una baja capacidad portante. Los suelos con un peso único de partículas microscópicas (menos de dos micras) en su composición granulométrica se denominan suelos arcillosos. La mayoría de estas partículas están compuestas por minerales que se formaron originalmente por alteración química, como minerales arcillosos, silicatos de hierro, aluminio, magnesio, etc.. (Gamica et, al 2002).

1.2.4. Propiedades físicas del suelo

1.2.4.1. Granulometría

El análisis granulométrico de un suelo tiene por objeto determinar las cantidades relativas de sus numerosos elementos constitutivos, que se clasifican en función de su tamaño. en suelos gruesos de estructura simple (arenas, gravas y limos no plásticos). La “característica más importante para definir su resistencia es la compacidad y la angulosidad de los granos, evidentemente, cualquier análisis por mallas no da ninguna información sobre estos aspectos, pero si dan una referencia acerca de las distribuciones granulométricas” (Rico, 1988)

1.2.4.2. La plasticidad

Para calcular la plasticidad se utiliza la diferencia porcentual entre el límite líquido y el límite plástico. El intervalo de humedad en el que una fracción fina es plástica se representa mediante el índice de plasticidad. (Braja, 2001).

Para calcular el límite líquido se utiliza el método de la copa de Casagrande, que mide la cantidad mínima de agua que puede contener una pasta hecha con 100 gramos de suelo seco que pasa a través de un tamiz de malla nº 40. Según los cálculos de Casagrande (1932), el límite líquido de un suelo de grano fino proporciona el contenido de agua para el cual la resistencia al corte del suelo es de aproximadamente 25 g/cm². Cada golpe en un depósito estándar para el límite líquido corresponde a una resistencia al corte del suelo de

aproximadamente 1 g/cm². El valor de humedad, para el que la cohesividad es de unos 2 kpa, se utiliza como límite líquido.. (Kraemer et, al.2004).

El contenido de agua, expresado en porcentaje, a partir del cual el suelo se desmorona cuando se forma en rodillos de 3,2 mm de diámetro se conoce como límite plástico.. (Braja, 2001).

Como esta característica no puede apreciarse plenamente mediante el estudio granulométrico, es preciso determinar los límites de Atterberg. Mediante este método se establecen los límites correspondientes a los tres estados posibles de un suelo: líquido, plástico o sólido. El límite de contracción (LC), el límite plástico (LP) y el límite líquido (LL) son estos límites, a veces conocidos como límites de Atterberg. Una característica que debe obtenerse además de LL y LP es el índice de plasticidad (IP), que puede definirse como la diferencia entre LL y LP ($IP = LL - LP$).

Es posible clasificar un suelo con bastante precisión utilizando el índice de plasticidad. Un PI alto es indicativo de un suelo extremadamente arcilloso, muy parecido a los suelos objeto de este estudio. Por el contrario, un suelo poco arcilloso se indica con un PI pequeño. (MTC, 2014).

Tabla 4:

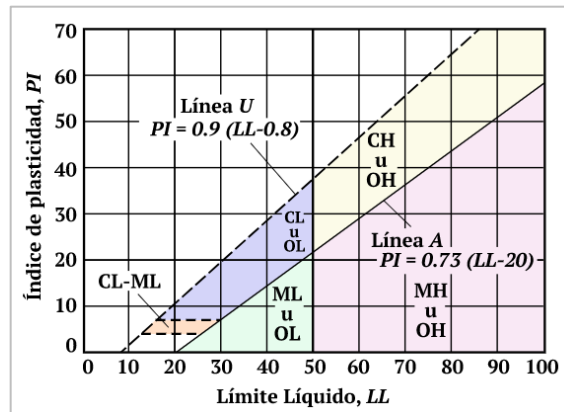
Categorización de suelos en función a su plasticidad

Índice de plasticidad	Nivel	Descripción
IP>20	Alta	Muy arcillosos
IP≤20	Media	Arcillosos
IP>7		
IP<7	Baja	Poco arcillosos
IP=0	No plástico (NP)	Extensos de arcilla

Fuente: MTC (2014).

Figura 1:

Abaco de la carta de plasticidad



Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica (Braja M, Das 2013)

1.2.4.3. Índice de grupo

Los límites de Atterberg sirven de base principal para este índice ampliamente utilizado, que fue adoptado por la AASHTO para categorizar los suelos..

Según Braja (2001) menciona que, para la “evaluación de la calidad de un suelo como material para subrasante de carreteras, se incorpora también un número llamado índice de grupo”.

1.2.4.4. Humedad natural

Dado que la resistencia de Jos suelos de subrasante, especialmente los suelos finos, está estrechamente relacionada con las características de humedad y densidad de estos suelos, el contenido de humedad natural es otra característica crucial de los suelos. (MTC, 2014).

1.2.5. Propiedades mecánicas del suelo

1.2.5.1. Capacidad de soporte california

Una prueba semiempírica denominada CBR utiliza la resistencia al cizallamiento de un material del suelo para determinar la calidad del material. La relación, expresada en porcentaje, entre la presión necesaria para que el pistón alcance una profundidad específica en el suelo y la presión necesaria para lograr la misma penetración en una muestra típica de grava triturada se conoce como índice CBR. (Bañan et al., 2010).

1.2.5.2. Proctor modificado

Se realiza con “el fin de encontrar la relación entre el peso específico seco y el contenido de humedad para un grado dado de energía de compactación” (Rosales, 2014).

1.2.5.3. Resistencia al corte

La resistencia al cizallamiento de los suelos determina su capacidad para soportar cargas manteniendo su estabilidad. Cuando se supera esta resistencia, cualquier masa de suelo se fractura. Las fuerzas de cizallamiento, que se expresan en newtons por metro cuadrado o kilogramos por centímetro cuadrado, se aplican tangencialmente a lo largo de una cara del suelo. (Suarez, 2009).

1.2.5.4. Compresión simple en suelos

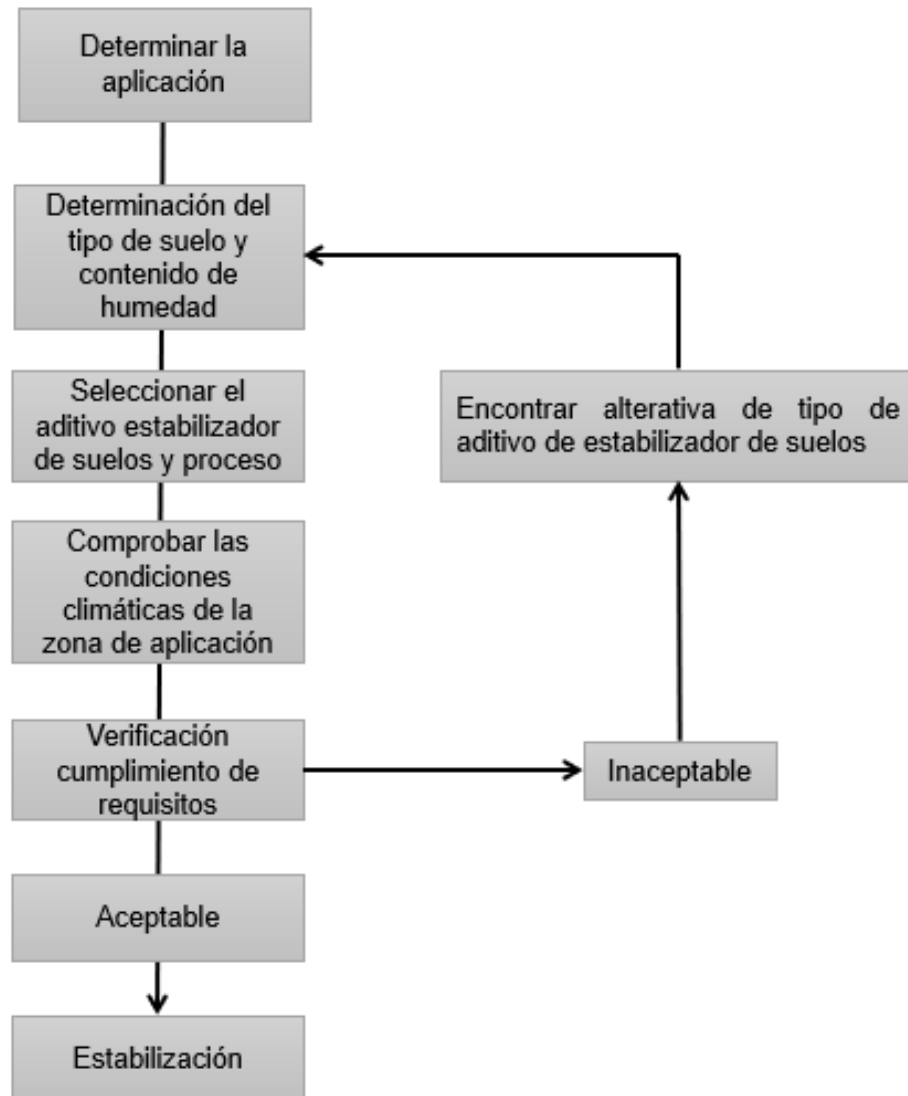
También denominada prueba de compresión no confinada o uniaxial, “permite determinar la resistencia o esfuerzo último de un suelo cohesivo, se aplica a una muestra tallada de forma cilíndrica una carga axial mientras se controla la deformación” (Suarez, 2009).

1.2.5.5. Estabilización de suelos

El proceso de mejora de las características físicas de un suelo por medios mecánicos y mediante la adición de compuestos químicos naturales o artificiales se conoce como estabilización de suelos. Estas estabilizaciones -conocidas como estabilización con cemento del suelo, cal del suelo, asfalto del suelo y numerosos otros productos- se llevan a cabo normalmente en suelos con una subrasante insuficiente o deficiente. (MTC, 2014).

Figura 2:

Proceso de estabilización y mejoramiento de suelos



Fuente: MTC (2014).

1.2.6. La hoja de coca

Esta especie, conocida oficialmente como *Erythroxylum coca*, es originaria de Sudamérica y su cultivo está restringido a las selvas amazónicas del interior del continente. La hoja de coca ha sido valorada durante mucho tiempo por sus ceremonias, comercio, medicina, analgesia y otras aplicaciones médicas debido a sus numerosos usos históricos en las sociedades andinas. (Mazor, 2007).

Componentes químicos de la hoja de coca por cada 100 gramos

Tabla 5:

Análisis granulométrico para agregado fino

Componente	mg
Nitrógeno total	20.06
Alcaloides totales no volátiles	0.70
Carbohidratos	47.50
Beta caroteno	9.40
Calcio	997.62
Fosfato	412.67
Potasio	1739.33
Magnesio	299.30
Sodio	37.41
Aluminio	17.39
Sílice	0.23
Estroncio	12.02
Boro	6.75
Cobre	1.22
Zinc	2.21
Manganeso	9.15
Cromo	0.12

Fuente: La industrialización de la hoja de coca de innovación (2018)

1.2.7. Ceniza

polvo puzolánico, que se compone de sílice, alúmina y otros óxidos. Cuando se combina con cal hidratada, produce una variedad de componentes que tienen cualidades cementantes. (Braja, 2013).

1.2.8. *La ceniza de hoja de coca (CHC)*

Es la ceniza que se forma en la cámara de combustión primaria y en el fondo que tiene una textura más gruesa. Suele estar combinada con otros minerales -como los lodos- presentes en el combustible. Del total de cenizas producidas durante la combustión, el CHC constituye aproximadamente el 65%. (Mamani & Yataco, 2017).

1.3. MARCO CONCEPTUAL

1.3.1. *El Suelo*

“Es el material de construcción que abunda en el mundo. El suelo se emplea como material de construcción, el cual debe ser seleccionado adecuadamente, así como el método de colocación y luego controlar su ubicación en la ejecución de un proyecto” (Lambe et al, 2015, p.19).

1.3.2. *El suelo de matriz fina*

Los suelos de matriz fina tienen granos finos y su flexibilidad es casi siempre variada; pueden ser suelos limosos de materiales inorgánicos o arcillosos, como los que se encuentran en canteras y ríos. También es importante señalar que los suelos fluviales presentan propiedades plásticas. (Crespo, 2004).

1.3.3. *Subrasante*

El MTC (2014) afirma que la subrasante, compuesta por suelo seleccionado por sus propiedades específicas y compactado en capas, necesita tener grandes condiciones para soportar el peso.

1.3.4. *Hoja de coca*

La coca es un arbusto de uno a tres metros de altura, con tallos largos y flexibles y hojas verdes. Es originaria de las zonas andinas de Sudamérica y su nombre científico es *Erythroxylum-coca*. Los aymaras y los quechuas fueron los primeros en emplearla. Varias naciones sudamericanas y centroamericanas, como Brasil, Paraguay, Ecuador, Perú, Bolivia, Colombia, Chile, Argentina, Nicaragua, Guatemala, México y las islas del Caribe, la utilizan ampliamente. (Ayala, 2012).

1.3.5. *Ceniza de hoja de coca*

Además de ser valorada por sus beneficios para la salud, la hoja de coca se asocia desde hace mucho tiempo a las civilizaciones andinas. El imperio inca, que dominaba la mayor parte de Perú, dependía de ellas para su control y autoridad. sustancia derivada del producto de la combustión, que se encuentra en la parte inferior de la cámara.

II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACION

En la zona de estudio en la localidad de Vinchos, en el departamento de Ayacucho, se encuentra la trocha no pavimentada que conecta las localidades de Pampancca – Huaraca, cuya subrasante está conformada por suelos finos, actualmente esta vía de comunicación presenta condiciones desfavorables, aun mas en épocas de lluvia, volviéndose un suelo lodoso. La trocha no pavimentada actualmente presenta baches, huecos, hundimientos, que ocasionando malestar, incomodidad y accidentes vehiculares, las cuales afectan directamente a los pobladores de la zona.

A nivel mundial, en la nación de la India, en la ciudad de Maharashtra, señalan en un documento académico que “existen carreteras que se no pavimentadas que se encuentran en mal estado a causa de la presencia de suelos de matriz fina estos muestran un bajo porcentaje de capacidad de soporte y que, en contacto con el agua, sufren una diferencia y cambios en su volumetría lo que ocasiona problemas de expansión en las carreteras” (Nikhil et al, 2015, p.2).

Debido a los factores mencionados, el presente estudio pretende abordar las siguientes cuestiones. este problema relacionado a los problemas que se presentan en subrasante de matriz fina en trochas carrozables, específicamente mejorando las propiedades mecánicas del suelo (Resistencia y Capacidad de soporte del suelo), con la incorporación de cenizas de hojas de coca como estabilizante orgánico en la subrasante, Esto representa la adición de un material sustitutivo fresco destinado a ser utilizado en subrasantes de matriz fina..

Según Silva (2017), En su trabajo de investigación señala que “en el mundo alrededor del 80% de las carreteras se encuentran sin pavimentar; además, de acuerdo a los datos proporcionados por Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO) aproximadamente el 26.1% de las carreteras pavimentadas presentan patologías debido a temas relacionados con el diseño, soporte, resistencia y durabilidad del suelo”

Según Coppola y Lorenzi (2016), En el documento de estudio que crearon en México, mencionan el estado de Durango. “en el presente siglo el tema de sostenibilidad ha adquirido relevancia para su estudio en el sector de la construcción, motivo por el cual el

uso de biomateriales está ganando campo e interés en la ingeniería de pavimentos desde hace muchos años” (p.1).

A nivel nacional, en Chimbote, según Carbajal (2018), demuestra en su argumentación establecida que en Perú “el mal comportamiento a nivel estructural de las carreteras que no se encuentran pavimentadas es consecuencia del uso de materiales inadecuados cuyas características son insuficientes para la carga de diseño que debe soportar dicha vía”.

A nivel local, en el distrito de Vinchos se puede apreciar distintos problemas en las carreteras, ya que estos Además de las cualidades locales del suelo, algunas carreteras carecen de las propiedades geométricas especificadas en la legislación pertinente. Dado que cada carretera o autopista se crea en función de su tipo, hay una serie de zonas críticas en la zona. Éstas pueden deberse al tipo de suelo que allí se encuentre, así como al estilo de diseño de la carretera, ya que algunas zonas no pueden soportar grandes cargas de vehículos..

Así, además de analizar la incorporación de ceniza de hoja de coca, esta tesis pretende resolver esta cuestión aportando un análisis suficiente de la resistencia del suelo, que se comprobará mediante métodos (in situ, laboratorio y correlaciones). (CHC) los cuales serán incorporados a través de dosificaciones para mejorar las características del suelo de la trocha carrozable.

2.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACION.

2.3.1. Espacial

El presente estudio se realizó en el distrito de Vinchos, localidades de Pampancca - Huaraca, en la ciudad de Ayacucho, Provincia de Huamanga..

2.3.2. Temporal.

El desarrollo del proyecto de tesis tiene lugar entre noviembre y febrero de este año. 2024, determinar sus problemas principales presentes en vías no pavimentadas, además de la intervención respecto al empleo de ceniza de hoja de coca que muchas veces son incautadas e incineradas, con la finalidad de asignar un valor a esta entrada para mejorar la propiedad del suelo de matriz fina con fines viales.

2.3.3. *Temática y unidad de análisis.*

Este apartado involucra la parte ambiental y de ingeniería debido a que se pretende emplear la ceniza de hoja de coca en el ámbito de la construcción vial, como sustancia para potenciar las características del suelo contribuyendo a reducir la fabricación de materiales adicionales, que durante el proceso contaminan fuertemente el medio ambiente. (ejemplo: La cal).

En el apartado de la ingeniería, la finalidad es mejorar las propiedades del suelo para vías no pavimentadas y luego evaluar cómo la incorporación de las cenizas de hoja de coca responde y se comportan para ser empleado como sustancia sustitutiva. Las muestras que se producirán utilizando diversos porcentajes de inclusión de cenizas, de acuerdo con los objetivos esbozados en esta tesis, sirven como unidad de análisis en este caso.

2.4. FORMULACIÓN DE LA INVESTIGACION.

2.4.1. *Problema general.*

¿Como influye la incorporación de ceniza de hoja de coca en el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023?

2.4.2. *Problemas específicos.*

- a) ¿Cómo influye la incorporación de ceniza de hoja de coca sobre el índice de plasticidad para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023?
- b) ¿De qué manera influye la incorporación de ceniza de hoja de coca sobre la resistencia a la compresión simple para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023?
- c) ¿Cómo la incorporación de ceniza de hoja de coca influye en sobre la capacidad de soporte para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023?
- d) ¿Cómo la incorporación de ceniza de hoja de coca presentaría un mejor costo económico frente a otros métodos de estabilización para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023?

2.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.

Este apartado hace referencia a que se debe enfatizar la importancia de aportar pruebas suficientes que respalden las afirmaciones de un investigador sobre la relevancia de su trabajo para la ciencia y el conocimiento (Borja, 2017).

La justificación teórica de este tema de estudio se encuentra en averiguar el porcentaje ideal de incorporación de ceniza de hoja de coca para el mejoramiento de la subrasante de matriz fina, obteniendo resultados de ensayos de resistencia a la compresión simple no confinada, límites de consistencia y CBR. Estos resultados proporcionarían comprensión científica y técnica del empleo de la ceniza de hoja de coca.

Un proceso metodológico organizado y sistemático que emplea herramientas de investigación se conoce como justificación metodológica cuantitativa, por medio de fotografías, ensayos de laboratorio y obtención de datos para la investigación.

La justificación social consiste en buscar la reducción de la contaminación ambiental relacionada con la producción de los materiales como la cal y cemento. Actualmente, la hoja de coca es incautada, quemada y/o incinerada, por lo que su empleo como material alternativo permitiría reducir el impacto ambiental.

La justificación económica, el cemento es el material más costoso en la estabilización, ya sea por producción y transporte. Al proponer las cenizas de hoja de coca como alternativa parcial al cemento, con el objetivo de bajar drásticamente los precios, permitiendo tener una alternativa más económica.

La justificación ambiental está basada en tener nuevas opciones de materiales puzolánicos que pueden satisfacer la exigencia de reducir el uso excesivo de cemento. y/o cal, buscando disminuir la contaminación ambiental en bienestar de la humanidad y del planeta.

Dado que esta investigación incluye el uso de un material alternativo para mejorar la calidad y seguridad de nuestros productos, es imperativo que se lleve a cabo las propiedades de las subrasantes de matriz fina. Además, al incorporar la ceniza de hoja de coca el objetivo es reducir la cantidad de materias primas utilizadas, como cemento y/o cal. Esto ayudaría a reducir la cantidad de CO₂ liberada durante la producción de cemento. Este argumento es, por tanto, crucial, ya que proporciona una nueva forma de aprovechar las cenizas de las hojas de coca, como sustituto parcial del cemento Portland.

2.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

El estudio se limita a la mejora de la subrasante de matriz fina. Posteriormente, se evalúan los efectos de la incorporación parcial de ceniza de hoja de coca y se realizan experimentos de laboratorio para ilustrar el potencial de su uso como material sustitutivo para la mejora y/o estabilización de subrasantes de matriz fina.

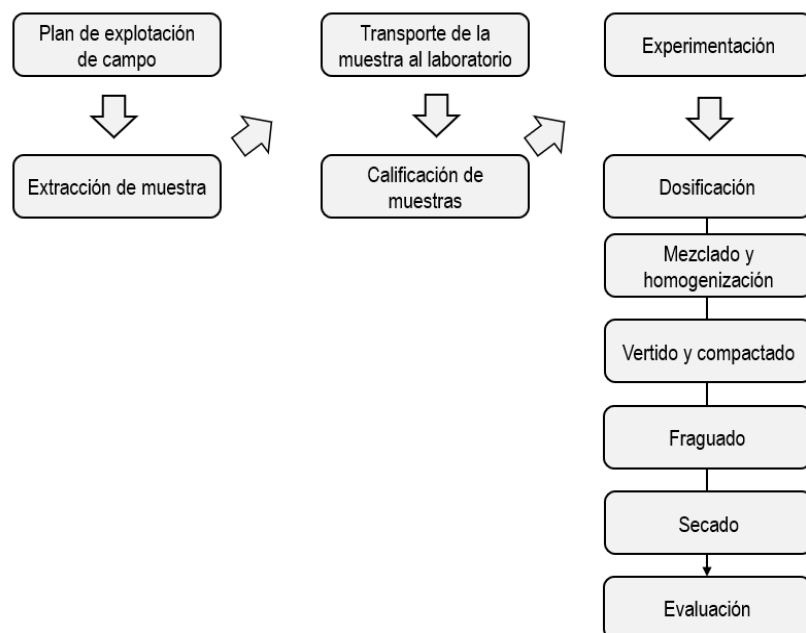
Esta investigación sólo abarcará el tema de mejoramiento u estabilización química de subrasante de matriz fina, no abarcará otros tratamientos tales como estabilizaciones mecánicas.

Para este estudio se utilizarán varios procedimientos de investigación, entre ellos:

- Primeramente, se realiza plan de exploración en la zona de estudio (Pampancca-Huaraca en el distrito de Vinchos), donde se selecciona la población de estudio y define los puntos de inspección.
- Se plantea el número de calicatas a excavar, de las cuales se extrae la totalidad de la muestra, a partir de la cual se efectuará una transferencia de los materiales al laboratorio después de haber examinado la muestra en busca de una incidencia estadística.
- Se recolectan las hojas de coca las cuales serán transportadas al laboratorio para obtener la ceniza respectiva además de los resultados de cada prueba (índice de absorción, peso base, contenido de humedad y densidad)..
- Continuamos con lo siguiente basándonos en la información obtenida de las pruebas de laboratorio de ceniza de hoja de coca: las dosificaciones, con un porcentaje de incorporación de 0%,1.5%, 3.0%, 4.5% peso.
- Tras la obtención de los resultados de laboratorio, se evalúan los hallazgos, se contrastan y comparan las hipótesis y se formulan conclusiones y sugerencias..

Figura 3:

Cuadro de procedimiento.



Fuente: Elaboración propia

2.7. ENFOQUE.

Según (Kasengs, 2017) afirma que “la investigación cuantitativa implica la obtención de datos con una escala numérica que permite el tratamiento estadístico de diferentes niveles de cuantificación” (p. 102). Los dispositivos creados de acuerdo con los objetivos especificados se someterán a pruebas de laboratorio, y los resultados se cuantificarán utilizando números, tablas estadísticas y los atributos y características de la muestra de prueba. Este estudio adopta una metodología cuantitativa.

2.8. ALCANCE (EXPLORATORIO, DESCRIPTIVO, CORRELACIONAL, EXPLICATIVO).

Según Bernal (2010), deja claro que el análisis correlacional es “una investigación donde se plantea como objetivo a estudiar, el porqué de las cosas, las relaciones entre variables, causa y efecto de los fenómenos” (p.115).

Dado lo anterior y de acuerdo con Bernal, el presente proyecto de estudio se encuadrará en el nivel correlacional ya que evaluará la influencia de una variable (subrasante de matriz fina) sobre la otra y el vínculo entre las variables (CHC).

2.9. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN (TIPOS: EXPERIMENTAL Y/O NO EXPERIMENTAL).

Debido a que se cambiarán las variables para mostrar la relación e incidencia de una variable sobre la otra, el diseño de la investigación es cuasi-experimental. En su libro Seminarios de Investigación Científica, en Perú, Suppo (2012) señala en la página 3 que. “El diseño experimental requiere dos condiciones: intervención y asignación aleatoria (grupo control)”.

El presente proyecto de estudio es cuasi-experimental por las razones enumeradas anteriormente, ya que su objetivo es alterar las variables independientes -la ceniza de hoja de coca y sus efectos sobre la variable dependiente, el subgrado de matriz fina- para observar cómo se afectan mutuamente.

2.10. POBLACIÓN Y MUESTRA.

La población viene definida por el tema investigado y los objetivos del estudio. Es un conjunto de elementos, finitos o infinitos, con cualidades comparables, que garantizan la exhaustividad de los resultados de la investigación (Arias, 2012, p. 81).

Arias señala que los suelos de la parte no pavimentada de la carretera Ayacucho-Vinchos comprenden la población de la presente investigación, mientras que los suelos del segmento no pavimentado de la carretera Pampancca - Huaraca, que abarca desde el km 0+000 hasta el km 15+200 (15200m de longitud), comprenden la población de estudio.

De acuerdo a Hernández (2014), afirma que “una muestra es un sub conjunto representativo de una determinada población, seleccionado a través de un proceso selectivo racional el cual es la población de interés para el investigador” (p.173)

Hernández afirma que a la luz de lo anterior, el presente estudio utilizará como muestra los suelos del tramo estudio del km:6+250 al 10+500 (4250m de longitud), donde se realizarán calicatas de exploración directa, cuyas dimensiones serán de 1.5m(L)x1.5m(A)x1.5m(H), de las cuales se extraerán muestras inalteradas y alteradas que serán llevadas al laboratorio respectivo.

2.11. HIPÓTESIS.

2.11.1. Hipótesis general.

- Impacto de la inclusión de ceniza de hoja de coca en la mejora de la subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023.

2.11.2. Hipótesis específicas.

- Existe impacto de la incorporación de ceniza de hoja de coca sobre el índice de plasticidad para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho – 2023.
- Existe influencia de la incorporación de ceniza de hoja de coca sobre fuerza básica de compresión para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho – 2023.
- La incorporación de ceniza de hoja de coca si influye sobre la capacidad de soporte para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho – 2023.
- La incorporación de ceniza de hoja de coca presentará un mejor costo económico en comparación con métodos de estabilización alternativos para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho – 2023.

2.12. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES, DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONAL.

2.12.1. VARIABLES

Variables Independientes (x): Ceniza de hoja de coca

Variables Dependientes (Y1): Subrasante de matriz fina

Figura 4:

Operacionalización de variables

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VI	Ceniza de hoja de coca	Especie proviene de Sudamérica con aplicaciones múltiples, la ceniza de hoja de coca se ha empleado en el comercio, la medicina, la analgesia y otras formas de atención sanitaria (Mazor, 2007)	La ceniza de hoja de coca está compuesta por materiales que proporcionan mejorar en distintas propiedades al adicionar con diferentes porcentajes con respecto al peso del agregado fino.	Dosificación en Kilogramos, porcentaje	0% de ceniza de hoja de coca 1.5% de ceniza de hoja de coca 3.0% de ceniza de hoja de coca 4.5% de ceniza de hoja de coca	Excelente Bueno Regular Deficiente

VD	Subrasante de matriz fina	Son las funciones y/o características de los granos que conforman el suelo, las cuales son evaluadas a través de ensayos y experimentos (Menéndez, 2010)	Las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante que se medirán con ensayos.	Propiedades físicas	Índice de plasticidad (%)	
				Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Excelente
					CBR (%)	Bueno
				Evaluación económica	Evaluación económica	Regular
						Deficiente

Fuente: Elaboración propia

2.13. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.

Las siguientes pruebas de laboratorio se realizan en muestras que contienen material convencional y muestras que se han combinado con ceniza de hoja de coca de acuerdo con los requisitos de la norma técnica:

- Análisis granulométrico por tamizado.
- Límites de Atterberg o consistencia.
- Gravedad específica
- Análisis químico.
- Contenido de materia orgánica
- Proctor modificado.
- CBR.
- Resistencia a la compresión simple.
- Contenido de humedad.

Las técnicas se utilizarán mediante la observación en laboratorio, utilizando herramientas que faciliten la documentación y eviten la manipulación de las lecturas:

- Cámaras: ayudas visuales para registrar con precisión los sucesos y fenómenos observados a lo largo de los experimentos.
- Marcadores: utilizados para medir cambios dimensionales.
- Peso: mide el peso de los adoquines producidos.

La recolección de datos será mediante formatos validados por especialistas para el desarrollo del presente trabajo se evaluarán cuatro dosificaciones de ceniza de hoja de coca

(0%, 1,5%, 1,5%, 3,0% y 4,5%), a cada una de las cuales se aplicarán los experimentos mencionados. Para el desarrollo del presente trabajo se evaluarán cuatro dosificaciones de ceniza de hoja de coca (0%, 1.5%, 3.0%, y 4.5%), y a cada una de ellas se aplicarán los experimentos antes mencionados.

2.14. TÉCNICAS ESTADÍSTICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

Se utilizará el método de análisis estadístico del tratamiento de la información. Este método es crucial para evaluar los resultados, ya que permite al estadístico evaluar los resultados en función de los parámetros y establecer la fiabilidad de los valores derivados de las pruebas. Con el fin de obtener distribuciones de frecuencias e identificar más eficazmente diversos objetivos mediante el seguimiento de la distribución de los datos reales, este proyecto de tesis sugiere desarrollar diversos estadísticos con datos agrupados. a continuación, adquirir el gráfico de números reales del reloj de Gauss. Es importante señalar que son mucho más capaces de identificar una relación verdadera -si es que existe- entre dos variables cuando utilizan pruebas paramétricas. En consecuencia, exigen que los datos utilizados satisfagan las tres condiciones siguientes:

- Variabilidad numérica: la variable en estudio (variable dependiente) se mide en al menos una escala de intervalo.
- Normalidad: los valores de la variable dependiente siguen una distribución
- Normal, al menos para la población a la que pertenece la muestra.

-Homocedasticidad: las varianzas de la variable dependiente son aproximadamente los grupos objeto de comparación eran iguales (homogeneidad de varianzas).

2.15. DESARROLLO DEL TRABAJO DE TESIS.

Primeramente, se realizará de plan de exploración en el campo de la investigación (Pampancca - Huaraca en el distrito de Vinchos). Se plantea el número de calicatas apertura, de las cuales se extrae toda la muestra de la que se realiza la examinación de la muestra en laboratorio.

2.15.1. Colección de productos

Las hojas de coca serán recolectadas y/o adquiridas de áreas de cultivo, el cual será transportado al laboratorio para la obtención de la ceniza a través de la calcinación de la hoja de coca en un horno a temperaturas mayores a los 300°C y su respectivo ensayo químico.

Por otro lado, del tramo en estudio se realizarán calicatas, de las cuales se extrae las muestras las cuales serán transportadas al laboratorio para los respectivos ensayos.

2.15.2. Fabricación de moldes

Se crearon moldes in situ utilizando las dosis y cantidades indicadas en el diseño de la mezcla. Al día siguiente, se retiraron los moldes de la prueba de resistencia a la compresión simple no confinada y se llevaron al laboratorio para su análisis y curado. Las pruebas se realizaron en función de la vida útil de 28 días de los moldes..

Por otro lado, las demás muestras se someten a los respectivos ensayos de granulometría, límites de consistencia y CBR, además de ensayos complementarios.

2.15.3. Análisis e interpretación

A la hora de procesar los resultados de las pruebas de laboratorio se siguen los requisitos y especificaciones establecidos en las normativas nacionales e internacionales. Del mismo modo, una vez interpretados los resultados, pasamos al análisis estadístico y a la interpretación mediante hojas de cálculo y/o software estadístico que nos permita evaluar y validar las hipótesis. Después, concluimos la discusión y extraemos conclusiones y sugerencias.

III. RESULTADOS

Se realizó un reconocimiento de la sección de estudio (la parte de la carretera sin pavimentar) para evaluar el grado de mejora de la subrasante de matriz fina en la región de investigación. Vinchos - Ayacucho, Tramo Pampancca- Huaraca desde el km:0+000 al 15+200), donde se definieron los tramos críticos en los cuales se realizaron las excavaciones y/o calicatas (C-1, C-2, C-3).

Tras ser recogidas de cada pozo, las muestras se empaquetaron, examinaron y llevaron al laboratorio para realizar diversas pruebas y análisis.

En el estudio se investigó el suelo que contenía ceniza de hoja de coca (CHC). Para ello, se prepararon diferentes muestras con porcentajes variables de CHC en 0,0%, 1,5%, 3,0% y 4,5% (como sustituto parcial del cemento) en relación al peso (Kg) de suelo seco. A continuación, estas muestras se sometieron a ensayo y se compararon entre sí para determinar la dosificación óptima.

La CHC es una sustancia que queda después de quemarse la hoja que se preparo en los hornos del laboratorio las cuales son muchas veces incineradas por las autoridades competentes.

La CHC se somete al procedimiento de tamizado con malla N°200 antes de ser evaluada para realizar los ensayos respectivos.

OBJETIVO ESPECÍFICO 01: Evaluar la influencia de la incorporación de ceniza de hoja de coca sobre el índice de plasticidad para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho – 2023.

Tabla 6:

Resumen de las características de los suelos analizados

Muestra	KM	LL (%)	LP (%)	IP (%)	% Grava	% Arena	% Fino	S.U.C.S.	AASHTO
C -- 1	6+850	26.3	21.8	4.5	11.9	27.0	61.1	ML	A-4(1)
C -- 2	8+330	31.1	23.8	7.2	17.4	13.8	68.8	ML	A-4(4)
C -- 3	9+620	25.2	22.5	2.7	26.1	34.0	39.9	SM	A-4 (0)

NP=Suelos No Plásticos, LL=Límite líquido, LP=Límite plástico, IP=índice de plasticidad.

Nota: Se observa que para las muestras extraídas de la calicata C-1, C-2, C-3 se visualiza que según S.U.C.S. el suelo es Limo arenoso (ML), Limo y tipo grava con arena (ML) y arena limosa con grava (SM).

Tabla 7:*Resultados del Índice de plasticidad en C-1 ,C-2,C-3*

DOSIFICACION CON CENIZA DE HOJA DE COCA (CHC) EN CALICATA 01			
PRUEBA	LL (%)	LP (%)	IP (%)
P1= SUELO+ 0.0% CHC	26.3	21.8	4.5
P2= SUELO+ 1.5% CHC	NP	NP	NP
P3= SUELO+ 3.0% CHC	NP	NP	NP
P3= SUELO+ 4.5% CHC	NP	NP	NP

DOSIFICACION CON CENIZA DE HOJA DE COCA (CHC) EN CALICATA 02			
PRUEBA	LL (%)	LP (%)	IP (%)
P1= SUELO+ 0.0% CHC	31.1	23.8	7.2
P2= SUELO+ 1.5% CHC	23.2	20.2	3.0
P3= SUELO+ 3.0% CHC	NP	NP	NP
P3= SUELO+ 4.5% CHC	NP	NP	NP

DOSIFICACION CON CENIZA DE HOJA DE COCA(CHC) EN CALICATA 03			
PRUEBA	LL (%)	LP (%)	IP (%)
P1= SUELO+ 0.0% CHC	25.2	22.5	2.7
P2= SUELO+ 1.5% CHC	NP	NP	NP
P3= SUELO+ 3.0% CHC	NP	NP	NP
P3= SUELO+ 4.5% CHC	NP	NP	NP

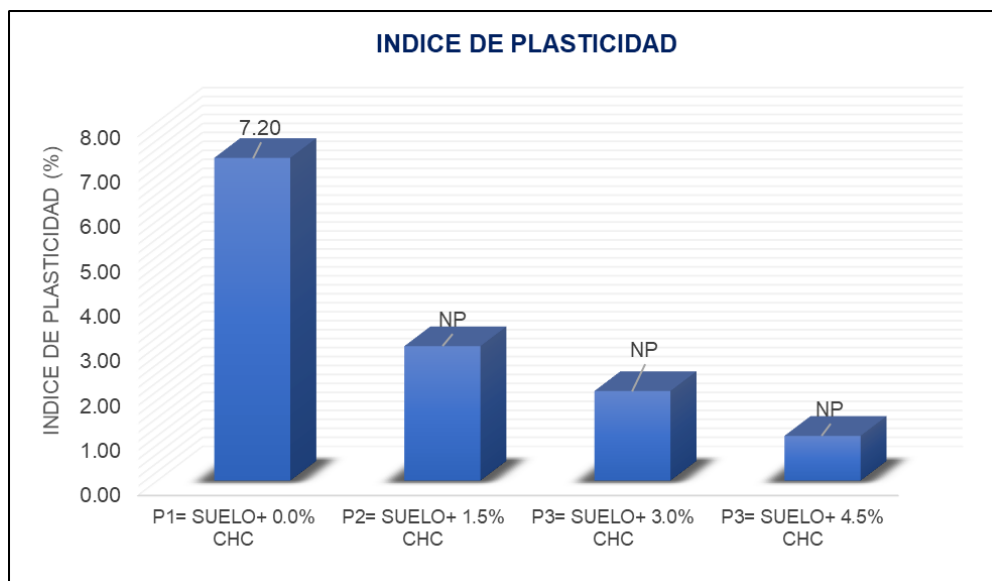
Tabla 8:*Resultados del índice de plasticidad en calicata promedio*

DOSIFICACION CON CENIZA DE HOJA DE COCA (CHC) EN CALICATA PROMEDIO			
PRUEBA	LL (%)	LP (%)	IP (%)
P1= SUELO+ 0.0% CHC	31.10	23.80	7.20
P2= SUELO+ 1.5% CHC	NP	NP	NP
P3= SUELO+ 3.0% CHC	NP	NP	NP
P3= SUELO+ 4.5% CHC	NP	NP	NP

Nota: En la tabla anterior Se muestran los valores de cada dosis, y el valor medio indica un descenso. del índice de plasticidad, pues se observa que la plasticidad conforme se incrementa la ceniza de hoja de coca esta tiende a disminuir (NP=Casi exento de arcilla).

Figura 5:

Tendencia del valor promedio del índice de plasticidad.



Nota: De acuerdo al cuadro mostrado para el índice de plasticidad se observa que el valor del IP (%) disminuye según se aumenta la cantidad de CHC. Donde el valor del IP sin incorporación P1= SUELO+ 0.0% CHC es de 7.20% y el valor más bajo es No plástico (NP) que significa que el valor es mínimo porque está casi exento de arcilla.

OBJETIVO ESPECÍFICO 02: Evaluar cómo influye la incorporación de ceniza de hoja de coca sobre la resistencia a la compresión simple para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho – 2023

Tabla 9:

Resultados de la resistencia la compresión en C-1, C-2, C-3

DOSIFICACION CON CENIZA DE HOJA DE COCA(CHC) EN CALICATA 01	
PRUEBA	COMPRESIÓN SIMPLE (Kg/cm2)
P1= SUELO+ 0.0% CHC	3.4
P2= SUELO+ 1.5% CHC	5.9
P3= SUELO+ 3.0% CHC	13.6
P3= SUELO+ 4.5% CHC	10.9

DOSIFICACION CON CENIZA DE HOJA DE COCA(CHC) EN CALICATA 02	
PRUEBA	COMPRESIÓN SIMPLE (Kg/cm2)
P1= SUELO+ 0.0% CHC	2.4
P2= SUELO+ 1.5% CHC	6.9
P3= SUELO+ 3.0% CHC	12.1

P3= SUELO+ 4.5% CHC	9.1
---------------------	-----

DOSIFICACION CON CENIZA DE HOJA DE COCA(CHC) EN CALICATA 03	
PRUEBA	COMPRESIÓN SIMPLE (Kg/cm2)
P1= SUELO+ 0.0% CHC	10.7
P2= SUELO+ 1.5% CHC	14.4
P3= SUELO+ 3.0% CHC	24.5
P3= SUELO+ 4.5% CHC	20.2

Tabla 10:

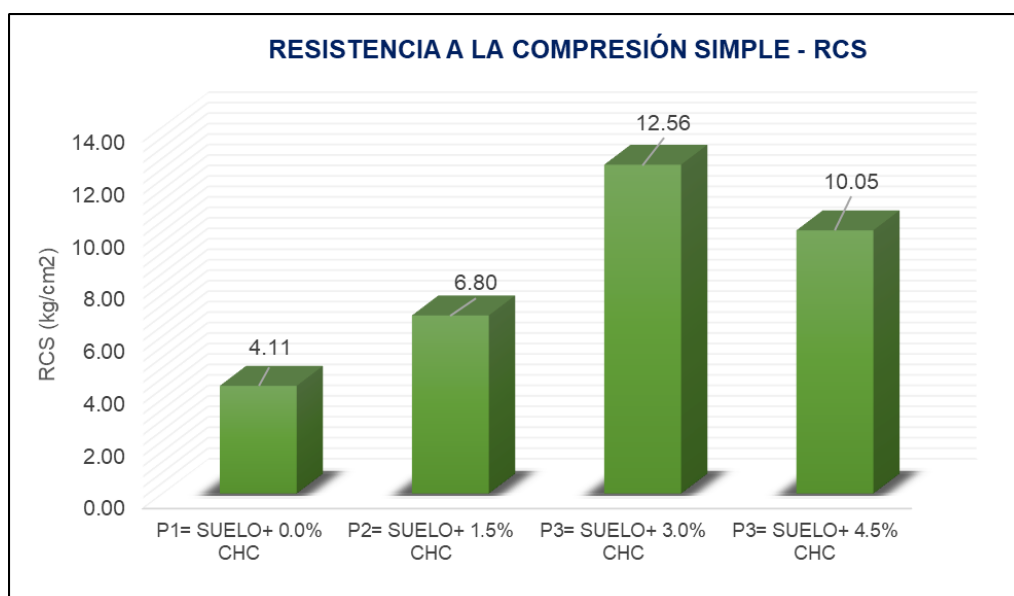
Resultados de la resistencia la compresión en calicata promedio

DOSIFICACION CON CENIZA DE HOJA DE COCA(CHC) EN CALICATA PROMEDIO	
PRUEBA	COMPRESIÓN SIMPLE (Kg/cm2)
P1= SUELO+ 0.0% CHC	10.7
P2= SUELO+ 1.5% CHC	14.4
P3= SUELO+ 3.0% CHC	24.5
P3= SUELO+ 4.5% CHC	20.2

Nota: En la tabla mostrada se visualiza los valores promedios demuestra un aumento de los valores a medida que crece el % de CHC en la resistencia a la compresión simple de los pozos de prueba para cada dosificación individual.

Figura 6:

Tendencia del valor promedio de la RCS



Nota: De acuerdo al cuadro mostrado el valor de la RCS va aumentando según aumenta la cantidad de ceniza de hoja de coca (CHC). Cuyo valor de la resistencia a la compresión simple sin incorporación de CHC (P1= SUELO+ 0.0% CHC) es de 4.11 Kg/cm², alcanzado el valor de 12.56 Kg/cm² con (P1= SUELO+ 3.0% CHC) Por último, la resistencia disminuye con la inclusión de (P1= SUELO+ 4.5% CHC) resultando 10.05 Kg/cm².

OBJETIVO ESPECÍFICO 03: Evaluar como la incorporación de ceniza de hoja de coca influye sobre la capacidad de soporte para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho – 2023.

Tabla 11:

Resultados del CBR en C-1, C-2, C-3

DOSIFICACION CON CENIZA DE HOJA DE COCA(CHC) EN CALICATA 01		
PRUEBA	CBR AL 100% MDS	CBR AL 95% MDS
P1= SUELO+ 0.0% CHC	5.2	3.7
P2= SUELO+ 1.5% CHC	8.5	7.4
P3= SUELO+ 3.0% CHC	14.8	14.3
P3= SUELO+ 4.5% CHC	12.2	10.1
DOSIFICACION CON CENIZA DE HOJA DE COCA(CHC) EN CALICATA 02		
PRUEBA	CBR AL 100% MDS	CBR AL 95% MDS
P1= SUELO+ 0.0% CHC	3.5	3.2
P2= SUELO+ 1.5% CHC	6.7	4.9
P3= SUELO+ 3.0% CHC	11.6	10.1
P3= SUELO+ 4.5% CHC	9.6	8.2
DOSIFICACION CON CENIZA DE HOJA DE COCA(CHC) EN CALICATA 03		
PRUEBA	CBR AL 100% MDS	CBR AL 95% MDS
P1= SUELO+ 0.0% CHC	8.3	7.0
P2= SUELO+ 1.5% CHC	12.8	11.3
P3= SUELO+ 3.0% CHC	18.5	18.0
P3= SUELO+ 4.5% CHC	17.1	14.4

Tabla 12:

Resultados del CBR en calicata promedio

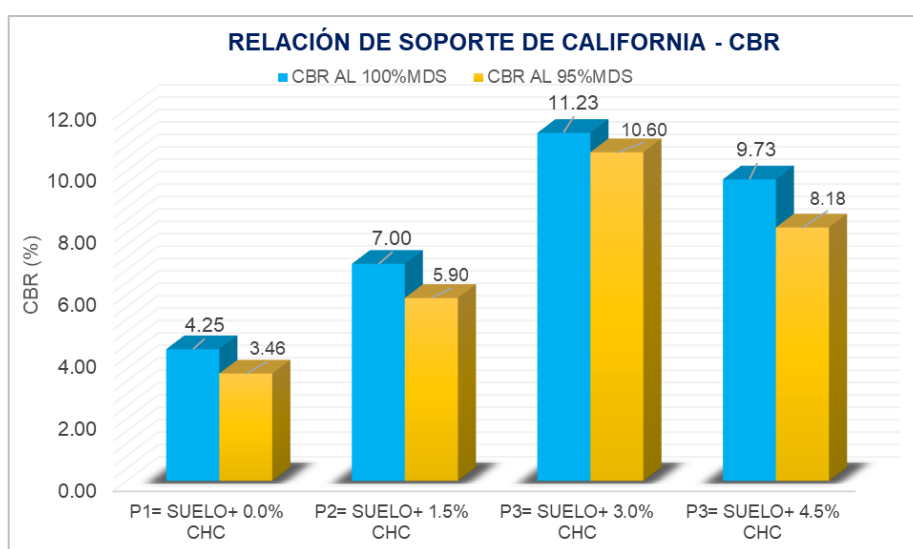
DOSIFICACION CON CENIZA DE HOJA DE COCA(CHC) EN CALICATA PROMEDIO		
PRUEBA	CBR AL 100% MDS	CBR AL 95% MDS
P1= SUELO+ 0.0% CHC	4.2	3.5

P2= SUELO+ 1.5% CHC	7.0	5.9
P3= SUELO+ 3.0% CHC	11.2	10.6
P3= SUELO+ 4.5% CHC	9.7	8.2

Nota: De acuerdo al cuadro mostrado el valor promedio del CBR al 95% y al 100% se incrementa conforme se incorpora porcentaje de ceniza de hoja de coca.

Figura 7:

Tendencia del valor promedio del CBR



Nota: Se observa en la tabla anterior el valor porcentual del CBR va incrementándose cuando se aumenta la cantidad de ceniza de hoja de coca CHC). El valor del CBR sin incorporación (P1= SUELO+ 0.0% CHC)) al 95% de la MDS es de 3.46% y al 100% de la MDS es de 4.25%, el valor del CBR con la adición de (P1= SUELO+ 3.0% CHC)) al 95% de la MDS es de 10.60% y al 100% de la MDS es de 11.23%, finalmente el valor del CBR con la adición de (P1= SUELO+ 4.5% CHC) Las lecturas son del 9,73% para el 100% del MDS y del 8,18% al 95% del MDS.

OBJETIVO ESPECÍFICO 04: Evaluar como la incorporación de ceniza de hoja de coca presentaría un mejor costo económico frente a otros métodos de estabilización para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho – 2023.

En este apartado realizamos la comparación económica entre el método de estabilización química, se realizará el mejoramiento empleando cemento de manera convencional en un 7.0%. vs estabilizar empleando 3% de ceniza de hoja de coca + 4% de cemento (el cemento sería reemplazado en un 3% por ceniza de hoja de coca por sus propiedades puzolánicas).

Para ello se calcula el volumen a mejorar, seguidamente el peso para ser convertido en soles y finalmente obtener la razón por cada metro cubico.

Tabla 13:

Peso del suelo a mejorar.

<i>Ancho de carril</i>	<i>Largo de carril</i>	<i>Profundidad a mejorar</i>	<i>Volumen a mejorar</i>	<i>MDS</i>	<i>Peso del suelo a mejorar</i>
<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m3</i>	<i>tn/m3</i>	<i>tn</i>
4.0	4250	0.2	3400	1.482	5038.8
4.0	4250	0.4	6800	1.482	10077.6
4.0	4250	0.6	10200	1.482	15116.4
4.0	4250	0.8	13600	1.482	20155.2
4.0	4250	1.0	17000	1.482	25194.0

Nota: En el cuadro anterior se observa que el volumen a mejorar en función de la profundidad oscila desde 3400m3 a 17000 m3 de terreno a mejorar, mientras el peso de terreno a mejorar oscila de 5038.8tn a 25194.0tn.

Tabla 14:

Costo unitario del suelo a mejorar sin CHC.

<i>Suelo a mejorar (tn)</i>	<i>Cemento Tipo I en 7.0%/ (tn)</i>	<i>Ceniza de hoja de coca 0.0% (tn)</i>	<i>Costo Total (S/.)</i>	<i>Costo Unitario (S/. x m3)</i>
5038.8	352.7	-	243996.5	71.8
10077.6	705.4	-	487993.0	71.8
15116.4	1058.1	-	731989.4	71.8
20155.2	1410.9	-	975985.9	71.8
25194.0	1763.6	-	1219982.4	71.8

Nota: En el cuadro anterior se observa que el costo unitario obtenido para diferentes profundidades a mejorar es de S/.71.8 soles el metro cubico de terreno mejorado.

Tabla 15:

Costo unitario del suelo a mejorar empleando CHC.

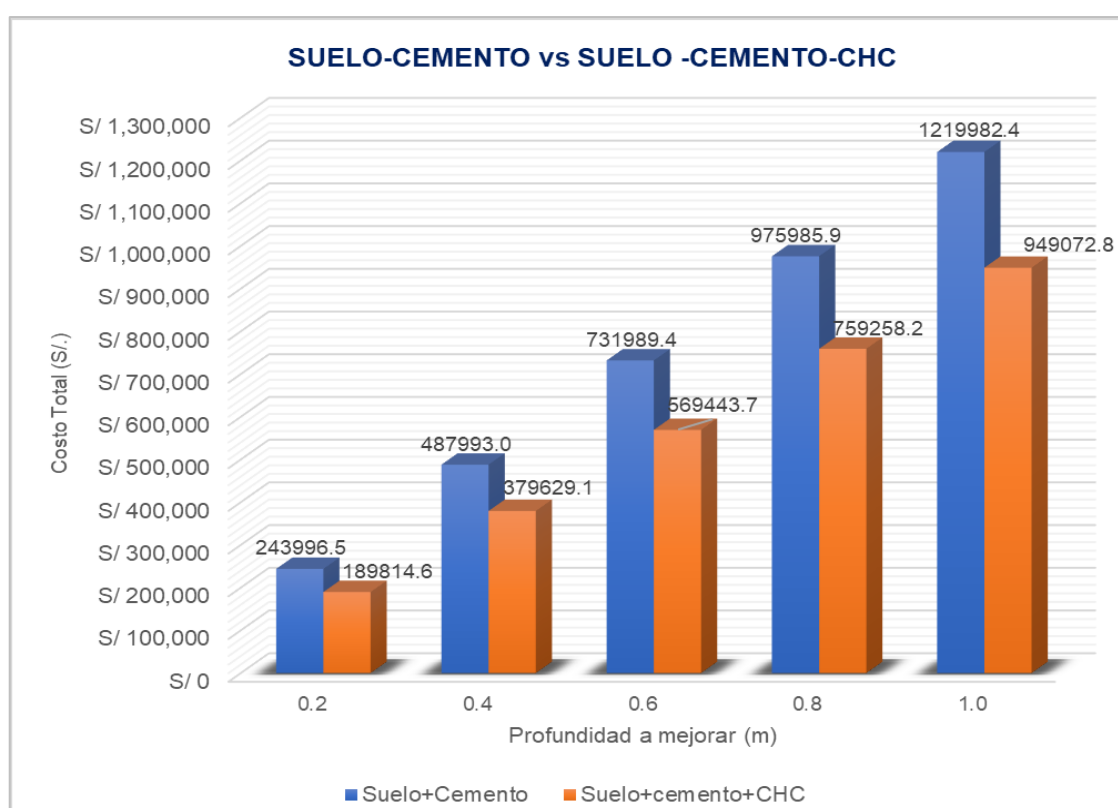
<i>Suelo a mejorar (tn)</i>	<i>Cemento Tipo I en 4.0%/ (tn)</i>	<i>Ceniza de hoja de coca en 3.0% /(tn)</i>	<i>CHC (S/.)</i>	<i>Costo Total (S/.)</i>	<i>Costo Unitario (S/. x m3)</i>
5038.8	201.6	151.2	50388.0	189814.6	55.8

10077.6	403.1	302.3	100776.0	379629.1	55.8
15116.4	604.7	453.5	151164.0	569443.7	55.8
20155.2	806.2	604.7	201552.0	759258.2	55.8
25194.0	1007.8	755.82	251940.0	949072.8	55.8

Nota: En el cuadro anterior se observa que el costo unitario obtenido para diferentes profundidades a mejorar es de S/.55.8 soles el metro cubico de terreno mejorado.

Figura 8:

Comparación económica de mejoramiento con y sin CHC.



Nota: Como se observa en la tabla anterior si se llegara a mejorar una profundidad de 0.2m el costo para el mejoramiento u estabilización con cemento seria de S/. 243996.5 mientras que empleando Cemento y ceniza de hoja de coca resulta S/.189814.6 lo cual implicaría una reducción de costos en S/ 54,181.92. Mientras que si se mejora una profundidad de 1m el costo de inversión seria de S/.1219982.4 (solo empleando cemento), por el contrario, empleando cemento y ceniza de hoja de coca resulta S/.949072.8 resultado una reducción de costos en S/ 270,909.60.

3.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Las características mecánicas y físicas de la subrasante de matriz fina se contrastaron con los valores medios hallados en los ensayos generales. Inicialmente, las muestras se examinaron utilizando el software Minitab V.19.0 junto con el estadístico Shapiro-Wilk para evaluar la distribución normal. A continuación, se aplicó el estadístico de la prueba de Student, que se emplea para la comprobación de hipótesis cuando la variable es continua y normal (Flores-Ruiz et al., 2017, p. 368).

▪ ÍNDICE DE PLASTICIDAD

- Normalidad de variable

i.Planteamiento de la normalidad

H_0 : Los datos del índice de plasticidad tienen normalidad

H_a : Los datos del índice de plasticidad no tienen normalidad

ii.Grado de relevancia empleada: $\alpha=5\%$ (0.05)

iii.Justificación estadística.

Se utilizó la prueba estadística SHAPIRO-WILK para los datos ($n < 50$)

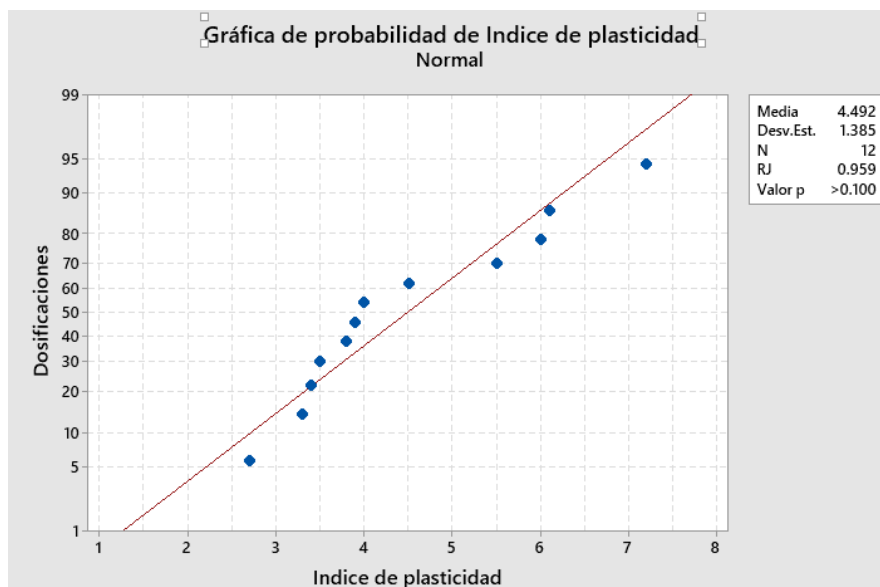
iv.Guía de determinación

Cuando p-valor sea ≤ 0.05 , se rechaza H_0

Cuando p-valor sea > 0.05 , se acepta H_0

Tabla 16:

Justificación de normalidad para índice de plasticidad



Nota: Se acepta la hipótesis nula, ya que el valor p de 0,100 es superior a 0,05, como muestra la figura.

v. Conclusión

Los valores del índice de plasticidad demuestran normalidad a un nivel de significación del 5%.

Contrastación de la hipótesis

El grado de correlación o influencia de la adición de ceniza de hoja de coca en la subrasante se evaluará utilizando el estadístico de prueba de ya que la prueba de normalidad indicó que la muestra sigue una distribución normal para los datos de plasticidad y las variables son variables cuantitativas continuas. “T STUDENT”.

i. Planteamiento de la hipótesis nula y alternativa

H_0 : *La incorporacion de Ceniza de Hoja de Coca **no** reduce la plasticidad*

H_a : *La incorporacion de Ceniza de Hoja de Coca reduce la plasticidad*

ii. Grado de relevancia empleada: $\alpha=5\%$ (0.05)

iii. Justificación estadística.

Por medio del estadístico de prueba T STUDENT

iv. Cálculo del punto crítico

El punto crítico puede calcularse en esta fase utilizando el programa informático Minitab, que también nos proporciona la siguiente información:

Grados de libertad = N-1 GL=12-1 GL=11

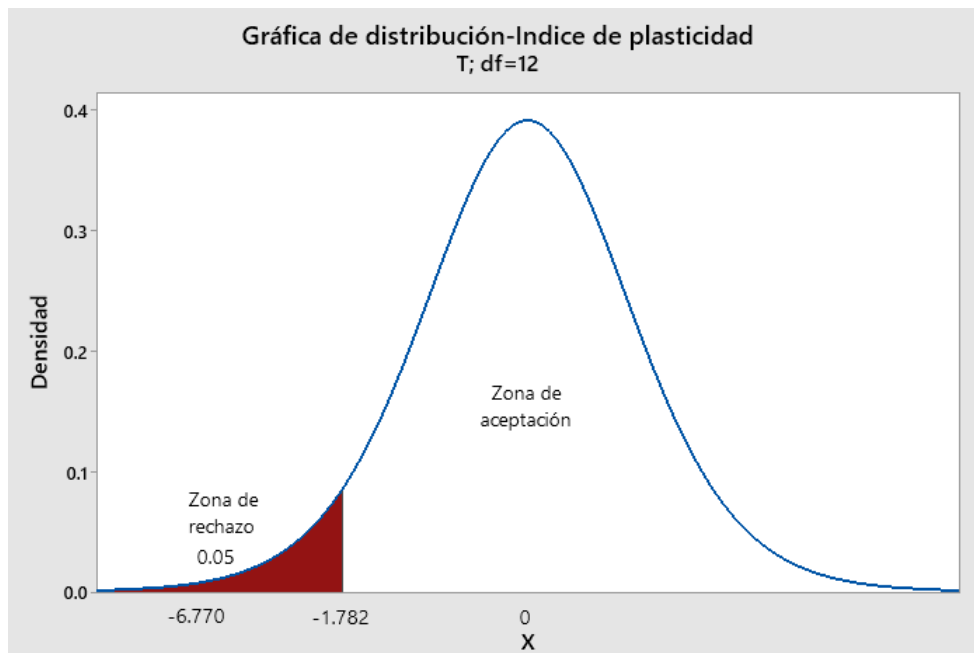
Tabla 17:

Punto crítico para la plasticidad de la subrasante

HIPÓTESIS NULA	HIPÓTESIS ALTERNA	VALOR Z=T	VALOR P
$H_0: \mu = 7.2$	$H_1: \mu \neq 7.2$	-6.77	0.002

Figura 9:

Punto crítico para el índice de plasticidad con el t calculado.



v. Toma de decisiones.

Se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, ya que nuestro valor T calculado se encuentra dentro de la zona de rechazo: “La incorporación de Ceniza de Hoja de Coca reduce la plasticidad.

▪ **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (RCS)**

- **Normalidad de variable**

i. Planteamiento de la normalidad

H_0 : Los datos de la RCS de la subrasante tienen normalidad

H_a : Los datos de la RCS de la subrasante No tienen normalidad

ii. Grado de relevancia empleada: $\alpha=5\%$ (0.05)

iii. Justificación estadística.

Se utilizó la prueba estadística SHAPIRO-WILK para los datos ($n < 50$)

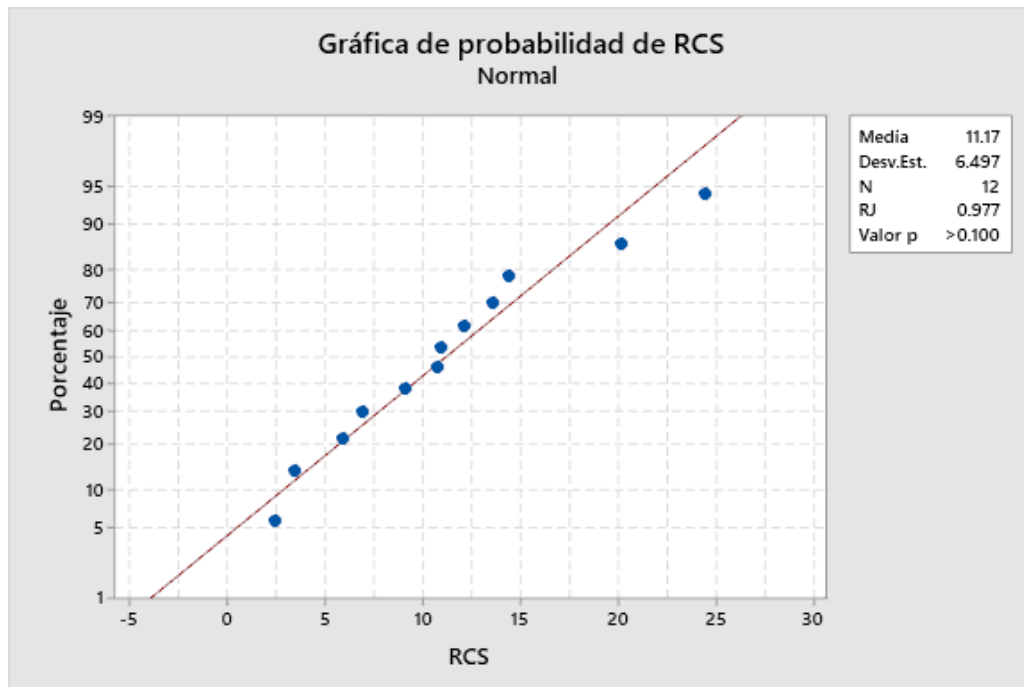
iv. Guía de determinación

v. Cuando p-valor sea ≤ 0.05 , se rechaza H_0

Cuando p-valor sea > 0.05 , se acepta H_0

Tabla 18:

Justificación de normalidad para la resistencia a la compresión



Nota: Se acepta la hipótesis nula, ya que el valor p de 0,100 es superior a 0,05, como muestra la figura.

vi. Conclusión

A un nivel de significación del 5%, los valores de resistencia a la compresión simple de la subrasante muestran normalidad.

Contrastación de la hipótesis

El grado de correlación o influencia de la adición de ceniza de hoja de coca en la subrasante se evaluará utilizando el estadístico de prueba de ya que la prueba de normalidad indicó que la muestra sigue una distribución normal para los datos de RCS de la subrasante y las variables son variables cuantitativas continuas. “T STUDENT”.

i. Planteamiento de la hipótesis nula y alternativa

H_0 : La incorporación de ceniza de hoja de coca **no** reduce la RCS de la subrasante

H_a : La incorporación de ceniza de hoja de coca reduce la RCS de la subrasante

ii. Grado de relevancia empleada: $\alpha=5\%$ (0.05)

iii. Justificación estadística.

Por medio del estadístico de prueba T STUDENT

iv. Cálculo del punto crítico

Para determinar el punto importante en esta fase, utilizaremos el programa informático Minitab, que proporciona la siguiente información:

Grados de libertad = N-1 GL=12-1 GL=11

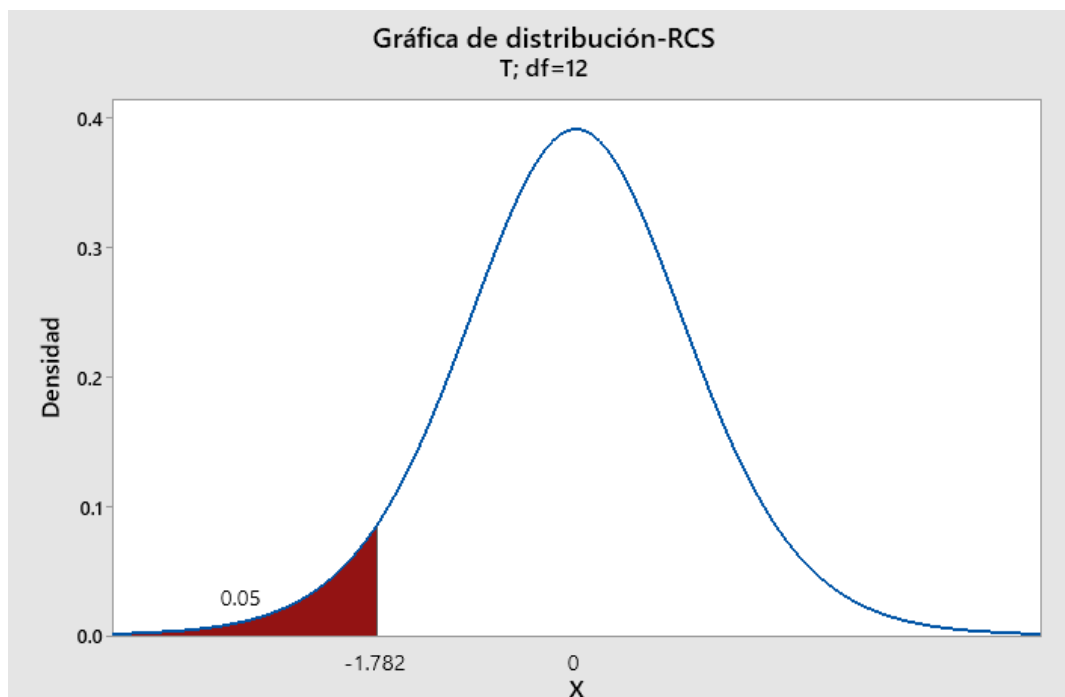
Tabla 19:

Punto crítico para la RCS de la subrasante

HIPÓTESIS NULA	HIPÓTESIS ALTERNA	VALOR Z=T	VALOR P
$H_0: \mu = 11.17$	$H_1: \mu \neq 11.17$	0.001	0.998

Figura 10:

Punto crítico para la RCS de la subrasante con el t calculado.



v. Toma de decisiones.

Se acepta la hipótesis nula, ya que el valor T estimado se sitúa dentro de la zona de aceptación: “La incorporación de ceniza de hoja de coca no reduce la RCS de la subrasante”, es decir incrementa la resistencia.

▪ CBR DE LA SUBRASANTE

- Normalidad de variable

i. Planteamiento de la normalidad

H_0 : Los datos del CBR de la subrasante tienen normalidad

H_a : Los datos del CBR de la subrasante no tienen normalidad

ii. Grado de relevancia empleada: $\alpha=5\%$ (0.05)

iii. Justificación estadística.

Se utilizó la prueba estadística SHAPIRO-WILK para los datos ($n < 50$)

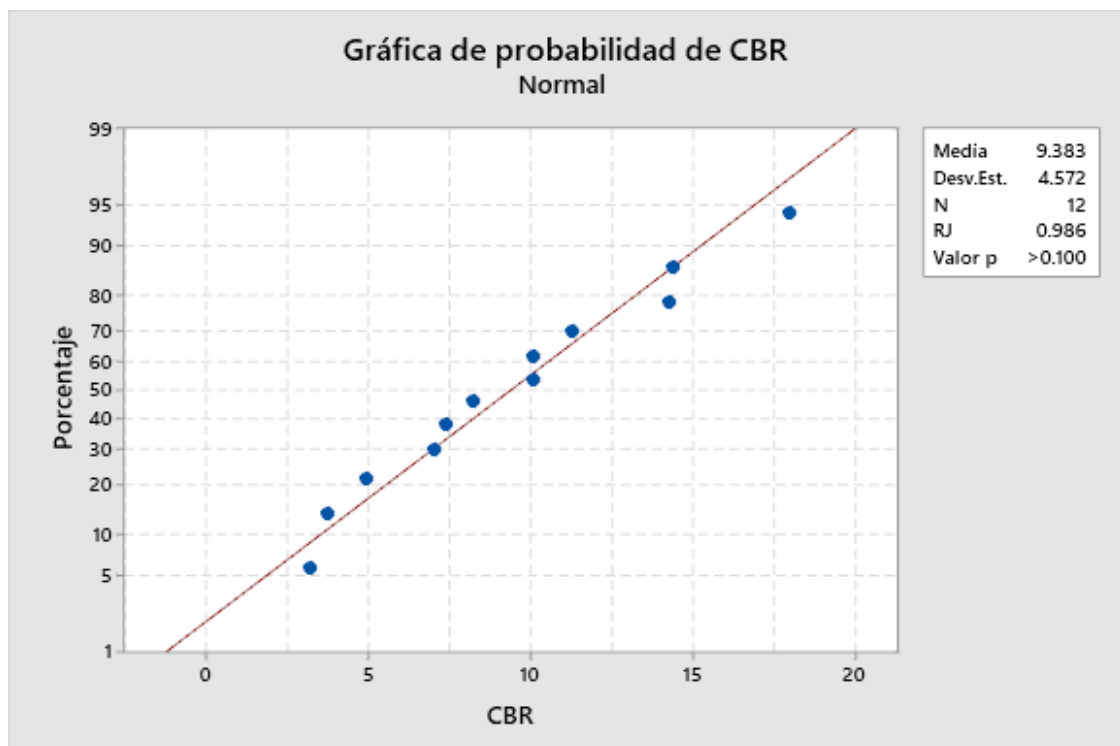
iv. Guía de determinación

Cuando p-valor sea ≤ 0.05 , se rechaza H_0

Cuando p-valor sea > 0.05 , se acepta H_0

Tabla 20:

Justificación de normalidad para el CBR de la subrasante



Nota: Se acepta la hipótesis nula, ya que el valor p de 0,100 es superior a 0,05, como muestra la figura.

v. Conclusión

Los valores del CBR del suelo si presentan normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Contrastación de la hipótesis

El estadístico de prueba de se utilizará para determinar el grado de correlación entre la incorporación de ceniza de hoja de coca en la subrasante fina y los datos de CBR de la subrasante, ya que la prueba de normalidad indicó que la muestra y las variables son variables cuantitativas continuas. “T STUDENT”.

i. Planteamiento de la hipótesis nula y alternativa

H_0 : La incorporación de Ceniza de Hoja de Coca **no** reduce el CBR de la subrasante

H_a : La incorporación de Ceniza de Hoja de Coca reduce el CBR de la subrasante

ii. Grado de relevancia empleada: $\alpha=5\%$ (0.05)

iii. Justificación estadística.

Por medio del estadístico de prueba T STUDENT

iv. Cálculo del punto crítico

Para determinar el punto importante en esta fase, utilizaremos el programa informático Minitab, que proporciona la siguiente información:

Grados de libertad = N-1 GL=12-1 GL=11

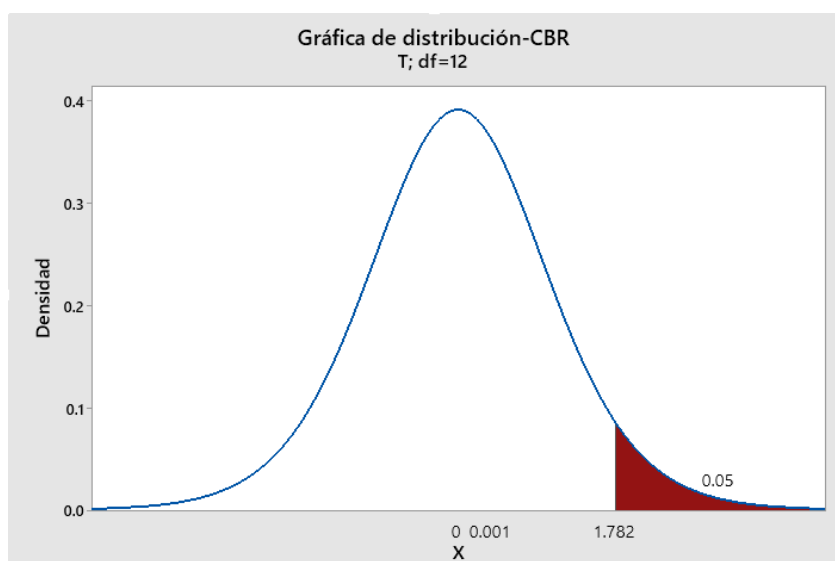
Tabla 21:

Punto crítico para el CBR de la subrasante

HIPÓTESIS NULA	HIPÓTESIS ALTERNA	VALOR Z=T	VALOR P
$H_0: \mu = 9.383$	$H_1: \mu \neq 9.383$	0.001	0.999

Figura 11:

Punto crítico para el CBR de la subrasante con el t calculado.



v. Toma de decisiones.

La hipótesis nula, que afirma que «la incorporación de ceniza de hoja de coca no reduce el CBR de la subrasante» -es decir, que aumenta el valor CBR- se acepta, ya que el valor de nuestro T calculado cae dentro de la zona de aceptación.

▪ **EVALUACIÓN ECONÓMICA**

- **Normalidad de variable**

i. Planteamiento de la normalidad

H_0 : Los datos de la evaluación económica tienen normalidad

H_a : Los datos de la evaluación económica no tienen normalidad

ii. Grado de relevancia empleada: $\alpha=5\%$ (0.05)

iii. Justificación estadística.

Se utilizó la prueba estadística SHAPIRO-WILK para los datos. ($n < 50$)

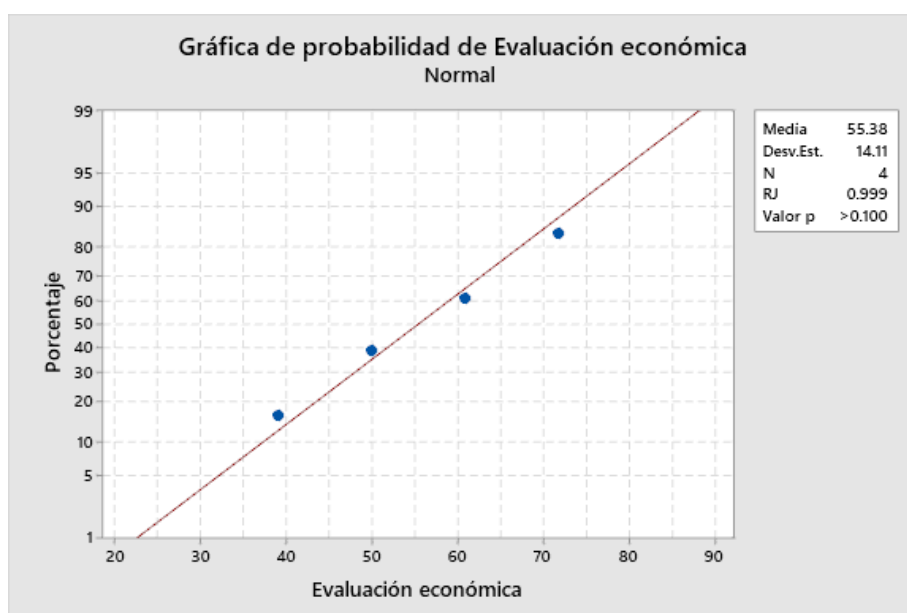
iv. Guía de determinación

Cuando p-valor sea ≤ 0.05 , se rechaza H_0

Cuando p-valor sea > 0.05 , se acepta H_0

Tabla 22:

Justificación de normalidad para la evaluación económica



Nota: Se acepta la hipótesis nula ya que, como se muestra en la imagen, el valor p es superior a 0,05, es decir, 0,100.

v. Conclusión

Los valores de la evaluación económica de la subrasante si presentan normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Contrastación de la hipótesis

El estadístico de prueba de será utilizado para determinar el grado de conexión de la incorporación de ceniza de hoja de coca ya que la prueba de normalidad indicó que la muestra sigue una distribución normal para los datos de evaluación económica de la subrasante fina y las variables son variables cuantitativas continuas. “T STUDENT”.

i. Planteamiento de la hipótesis nula y alternativa

H_0 : La incorporacion de Ceniza de Coca No reduce el valor económico de la subrasante

H_a : La incorporacion de Ceniza de Coca reduce el valor económico de la subrasante

ii. Grado de relevancia empleada: $\alpha=5\%$ (0.05)

iii. Justificación estadística.

Por medio del estadístico de prueba T STUDENT

iv. Cálculo del punto critico

Para determinar el punto importante en esta fase, utilizaremos el programa informático Minitab, que proporciona la siguiente información:

Grados de libertad = N-1 GL=4-1 GL=3

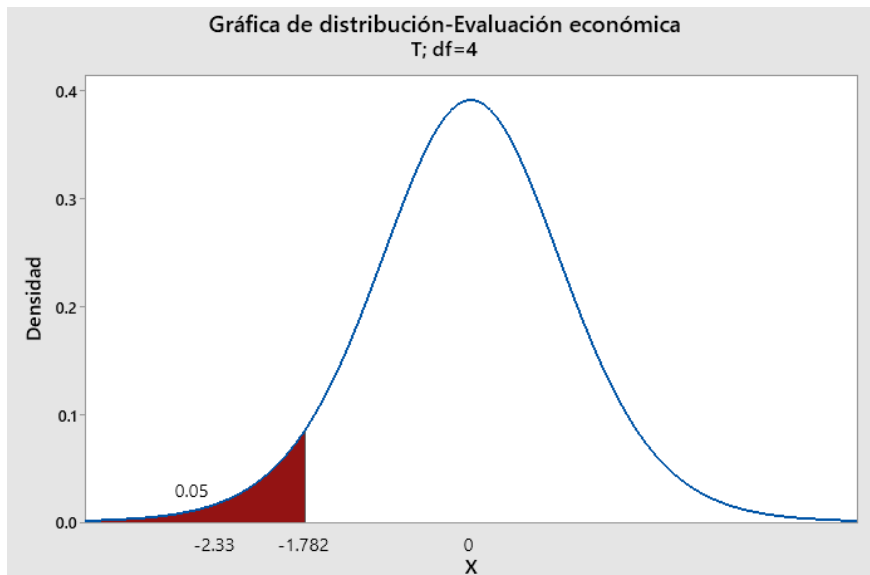
Tabla 23:

Punto crítico para la evaluación económica de la subrasante

HIPÓTESIS NULA	HIPÓTESIS ALTERNA	VALOR Z=T	VALOR P
$H_0: \mu = 71.8$	$H_1: \mu \neq 71.8$	-2.33	0.020

Figura 12:

Punto crítico para la evaluación económica con el t calculado.



v. Toma de decisiones.

Se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, ya que nuestro valor T calculado se encuentra dentro de la zona de rechazo: “La incorporación de Ceniza de hoja de coca reduce el valor económico de la subrasante”.

3.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

A partir de este proyecto de investigación se puede confirmar que la incorporación ideal de 3% de ceniza de hoja de coca (CHC) como reemplazo parcial del cemento con respecto al peso seco del suelo puede mejorar las subrasantes de matriz fina y conducir a mejoras en las propiedades del suelo. Según la presente investigación, la dosificación ideal de 3% de CHC produce los mejores resultados para el índice de plasticidad, la capacidad portante (CBR), la resistencia a la compresión (RCS) y la reducción de costos (evaluación económica). Fue factible determinar, en base a la hipótesis principal y su comprobación, que la adición de CHC mejoró significativamente la subrasante de matriz fina en el tramo Pampancca-Huaraca desde el km:0+000 al 15+200, Ayacucho, 2023.

1. Los resultados de esta investigación muestran que el índice de plasticidad se reduce a medida que aumenta el porcentaje de CHC. A la dosis óptima del 3% de CHC, se alcanzó una reducción del 76,50% en comparación con la muestra estándar.

Fue factible determinar que la adición de 1,5%, 3,0% y 4,5% de CHC incide en el índice de plasticidad de la subrasante de matriz fina en el tramo Pampancca-Huaraca del km:0+000 al 15+200, Ayacucho, 2023, en base a la hipótesis N°1 y su comprobación. Debido a que este parámetro disminuye hasta en un 76.50%. En el estudio realizado por Daramola et. al (2021), menciona que la incorporación de Ceniza de Hoja de Plátano del 2%, 4% y 6% genera mejorías La dosis ideal es del 4%, momento en el que se produce una disminución del 51,84% en el índice de plasticidad en comparación con la muestra de suelo de referencia. Los valores de este estudio son similares a los del estudio de Daramola porque ambas investigaciones señalan que al incorporar Ceniza de hoja plátano u Coca se consiguen una disminución de la plasticidad del suelo en los porcentajes ya mencionados, lo que indica una COINCIDENCIA.

2. Según el estudio actual, a medida que aumenta la proporción de ceniza de hoja de coca (CHC) el valor de la resistencia a la compresión simple se incrementa, de acuerdo a la dosis optima del 3% de CHC se obtuvo un incremento del 205.60% respecto a la muestra patrón empleada.

De acuerdo a la hipótesis N°2 planteada y a la contrastación de la misma, se pudo llegar a establecer que existe influencia de la incorporación del 1.5%, 3.0%, 4.5% de

CHC sobre la RCS de la subrasante de matriz fina en el tramo en el tramo Pampancca- Huaraca desde el km:0+000 al 15+200, Ayacucho, 2023. Debido a que este parámetro se incrementa hasta en un 205.60%. En el estudio realizado por Omoloye (2019), menciona que la incorporación de Ceniza de Hoja de Plátano del 2%, 4% y 6% genera mejorías en las propiedades del suelo, siendo el valor porcentual de 4% la dosis optima a emplear, donde la RCS se incrementa hasta en un 17.12% con respecto a la muestra patrón del suelo. En el presente estudio, tienen valores comparables con el estudio de Omoloye puesto que ambos estudios señalan que al incorporar Ceniza de hoja plátano u Coca se consiguen un incremento de la RCS del suelo en los porcentajes ya mencionados, lo que indica una COINCIDENCIA.

3. En el presente estudio indica que conforme se eleva el porcentaje de Ceniza de hoja de coca (CHC) el valor del CBR se incrementa, de acuerdo a la dosis optima del 3% de CHC se obtuvo un incremento del 206.36% respecto a la muestra patrón empleada.

De acuerdo a la hipótesis N°3 planteada y a la contrastación de la misma, se pudo llegar a establecer que existe influencia de la incorporación del 1.5%, 3.0%, 4.5% de CHC sobre el valor del CBR de la subrasante de matriz fina en el tramo en el tramo Pampancca- Huaraca desde el km:0+000 al 15+200, Ayacucho, 2023. Debido a que este parámetro se incrementa hasta en un 206.36%. En el estudio realizado por Omoloye (2019), menciona que la incorporación de Ceniza de Hoja de Plátano del 2%, 4%, 6%, 8% y 10% genera mejorías en las propiedades del suelo, siendo el valor porcentual de 4% la dosis optima a emplear, donde el CBR se incrementa hasta en un 162.96% con respecto a la muestra patrón del suelo. En el presente estudio, tienen valores comparables con el estudio de Omoloye puesto que ambos estudios señalan que al incorporar Ceniza de hoja plátano u Coca se consiguen un incremento del CBR del suelo en los porcentajes ya mencionados, lo que indica una COINCIDENCIA.

4. Según el estudio actual, a medida que aumenta la proporción de ceniza de hoja de coca (CHC) el valor de los costos se reduce, de acuerdo a la dosis optima del 3% de CHC se obtuvo una reducción de costos del 30.51% respecto a la muestra patrón empleada.

De acuerdo a la hipótesis N°4 planteada y a la contrastación de la misma, se pudo llegar a establecer que existe influencia de la incorporación del 1.5%, 3.0%, 4.5% de CHC sobre el valor económico para el mejoramiento de la subrasante de matriz fina en el tramo Pampancca- Huaraca desde el km:0+000 al 15+200, Ayacucho, 2023. Debido a que este parámetro se reduce hasta en un 30.51%. En el estudio realizado por Sarma et. al (2020), menciona que la incorporación de Ceniza de Hoja de Bambú del 2.5%, 4.5%, 6.5% y 8.5% genera mejorías en las propiedades del suelo permitiendo optimizar costos hasta en un 21%, siendo el valor porcentual de 6.5% la dosis optima a emplear, donde los costos se optimizan. En el presente estudio, tienen valores comparables con el estudio de Sarma puesto que ambos estudios señalan que al incorporar Ceniza de hoja bambú u Coca se consiguen una reducción de costos y por ende la optimización de recursos suelo en los porcentajes ya mencionados, lo que indica una COINCIDENCIA.

IV. CONCLUSIONES

4.1. CONCLUSIONES

La ceniza de hoja de coca tiene influencia significativa sobre las propiedades mecánicas de subrasantes de matriz finas debido a que mejora dichas propiedades haciendo a las vías más resistentes y duraderas a las cargas vehiculares, cuya dosis optima es de 3.0% de Cenizas de hoja de coca, donde el índice de plasticidad se reduce en un 76.50%, la resistencia a la compresión mejora hasta en un 205.60%, el CBR mejora hasta en un 206.36%, los costos podrían reducirse hasta en 30.51% respectivamente, con respecto a la muestra control, evidenciándose de esta manera que la ceniza de hoja de coca es un material apto para mejorar subrasantes de matriz fina.

1. La Ceniza de hoja de coca tiene influencia significativa sobre la el índice de plasticidad de la subrasante de matriz fina, ya que disminuye este valor, el nivel ideal en el que la plasticidad es de 3,0% de ceniza 4.5% y llegando a ser no plásticos, dichos valores son menores al suelo control, Es decir, la reducción fue del 76,50%, demostrando la utilidad de la ceniza de hoja de coca para disminuir la flexibilidad de la subrasante de matriz fina..
2. La Ceniza de hoja de coca tiene influencia positiva sobre la resistencia a la compresión simple de la subrasante de matriz fina, la cantidad ideal de ceniza de hoja de coca es 3.0%, punto en el cual la resistencia aumenta a 12.56 kg/cm², que es mayor que la resistencia del suelo control, que es 4.11 kg/cm². Esto indica una reducción del 76,50% o un aumento del 205,60%, lo que indica la utilidad de la ceniza de hoja de coca como aditivo para mejorar la resistencia de la subrasante de matriz fina.
3. La Ceniza de hoja de coca tiene influencia positiva sobre el CBR de la subrasante de matriz fina, puesto que incrementa este valor, siendo el 3.0% de Ceniza de hoja de coca el valor óptimo donde el CBR es de 10.60%, es decir que el incremento fue de 206.36%, evidenciándose de esta manera que las cenizas de hoja de coca es un buen aditivo mejorar el parámetro mecánico de la subrasante de matriz fina.

4. El empleo de material alternativo como la hoja de coca (ceniza) puede permitir reducir costos y contribuir a la reducción de la contaminación ambiental, debido a que este material puede reemplazar parcialmente al cemento permitiendo estabilizar y/o mejorar el suelo a bajos costos, pasando de ratios de S/.71.8 a S/.55.8 por m³.

4.2. RECOMENDACIONES

- Teniendo en cuenta los valores establecidos para el objetivo principal, pudimos observar que, si hubo una mejora en las propiedades mecánicas de las subrasantes de matriz fina, recomendando que se investigue más el comportamiento de la ceniza de coca en relación con las características físicas del suelo fino.
- Se aconseja examinar varios porcentajes de ceniza de hoja de coca e incorporando cemento con diversos valores porcentuales para conocer la cantidad óptima y desempeño.

4.3. TRABAJOS FUTUROS

- Según los resultados obtenidos, en circunstancias típicas, los resultados prácticos se observan en el suelo y con la adición de cantidades variables de ceniza de hoja de coca; por lo tanto, en futuros estudios deberían investigarse porcentajes más elevados dentro del rango ideal y tipos adicionales de suelos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica*. Caracas – Venezuela. Disponible en: <https://bit.ly/3jNHIBe>
- Asociación Nacional de Fabricantes de Cal y Derivados de España (2002). “*Manual de estabilización de suelos con cal*” Madrid – España.
- Ayala, M. (2012). *La Coca maravilla del reino vegetal*. Lima: Edit. Gutemberg.
- Abarza, F. (2012). *Investigación aplicada vs investigación pura (básica)*. Disponible en: <http://bitly.ws/BC9X>
- Apolinares, A. (2018). *Estabilización de la Sub rasante con la incorporación de Ceniza Vegetal, Jauja*. Tesis (Ingeniero Civil). Huancayo: UPLA, Facultad de Ingeniería.
- Alegría, E. y Lago, K. (2021). *Mejoramiento de la subrasante adicionando ceniza de cebada para el acceso al vertedero de la provincia de Andahuaylas Apurímac – 2021*. Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo. pp.1 disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/92015>.
- Álvarez, N., Gutiérrez, J., Duran, G. y Pacheco, L. (2020). *Experimental study of the mechanical effect of a clayey soil by adding rubber powder for geotechnical applications*. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 758 Disponible en <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/651767>.
- Anand, K., Pradeep G., Adithya, B. (2022). *Bottom Ash Stabilized Subgrade Soil Admixed with Sugarcane Bagasse Ash. Earthquake Geotechnics*. Disponible en <https://bit.ly/3w1qCH5> ISSN: 2366-2557.

- Baema, G. (2017). *Metodología de investigación. México – México*. Disponible en: <https://bit.ly/3OcLKkN>
- Bayshakhi, N. (2017). *Study on strength behavior of organic soil stabilized with fly ash. International scholarly research notices*, Vol. 2017. Disponible en <http://bitly.ws/BCcv>
- Braja, M. (2013). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. Cengage Learning Latin. Disponible en: <https://bit.ly/3BN1qHD>
- Bernal, C. (2010). *Metodología de investigación. Bogotá – Colombia*. Disponible en: <http://bitly.ws/hTw4>
- Anand, K., Pradeep G., Adithya, B. (2022). *Bottom Ash Stabilized Subgrade Soil Admixed with Sugarcane Bagasse Ash. Earthquake Geotechnics*. Disponible en <https://bit.ly/3w1qCH5> ISSN: 2366-2557.
- Chang, E., Villalta, J., Fernández, C. y Duran, G. (2020). *Improvement of physical, mechanical and strength behavior of cohesive soils with natural pozzolana and brick dust*. Disponible en <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/651792>.
- Chávez, S. (2015). *Mejoramiento de subrasantes de tipo arcillosos mediante la adición de escoria de acero. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 11(1). <http://bitly.ws/B96k>
- Caamaño, I. (2016) *Mejoramiento de un suelo blando de subrasante mediante la adición de cascarilla de arroz y su efecto en el módulo resiliente*. (Tesis). Colombia: Universidad Militar Nueva Granada Facultad de Ingeniería Civil, 2016. Disponible en: <https://bit.ly/3Qrhgfi>
- Cañar, T., Edwin S. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza*

de carbón. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25266>

Carbajal, I., López, A. (2018). *Evaluación de la estructura del pavimento flexible de la carretera Chimbote - cambio puente, tramo calle Angamos hasta el km 9+000 - propuesta de solución-2018*. (Tesis). Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, 2015. Disponible en: <http://bitly.ws/AiXT>

Cataybutron, R. (2014). *Tipos nivel y diseño de investigación*. México – México, 2014. Disponible en: <https://bit.ly/38VbbqO>

Cañar, T., Edwin S. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón*. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

Coppola, L., Kara, P. y Lorenzi, S. (2016). *Concrete manufactured with crushed asphalt as partial replacement of natural aggregates*. Disponible en <https://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/2038/2533>.

Carrasco, D. (2007). *Metodología de la investigación científica*. Segunda edición, Ediciones San Marcos, Perú. Disponible en <http://bitly.ws/BC6N>

Crespo, V. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 5. a ed. Limusa: México, 2004. 650 pp. Disponible en <http://bitly.ws/BCbd>

Ernández, L., Josué A., Mejía R., David, R., Zelaya A., y César E. (2016). *Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la universidad de El Salvador*. El Salvador.

Espinoza, F. (2019). *Las variables y su operacionalización en la investigación educativa*. *Conrado*, 15(69), 171-180. Recuperado en 14 de marzo de 2023,

de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000400171&lng=es&tlng=es

Fernández, L. (1982). *Mejoramiento y estabilización de suelos*. D.F: LIMUSA.
Disponible en: <https://bit.ly/3BJi7DW>

González, S. (2008). *Aspectos básicos del estudio muestra y población para la elaboración de proyectos de investigación*. Tesis (Pregrado). Venezuela: Universidad de Oriente, Facultad de Administración. Disponible en: <https://bit.ly/3OfDG2U>

González, A. (2015). *Estabilización mecánica de suelos cohesivos a través de la utilización de cal – ceniza volante*. (Tesis). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería Civil, 2015. Disponible en: <https://bit.ly/3vK98i7>

Haque, T., Tanvir H., Mohammad S. y Farooq M. (2022). *Stabilization of soil by rice husk ash*. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/345876339_stabilization_of_soil_by_rice_husk_ash.

Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F – México. 2014.
Disponible en: <https://bit.ly/3K3Isgi>

Horna, A. (2012). *7 pasos para una tesis exitosa. Artículo (Pregrado)*. Lima – Perú, 2012. Disponible en: <https://bit.ly/3MqyPdx>

Hurtado, J. (2010). *Metodología de la Investigación Guía para la comprensión holística de la ciencia*. Caracas – Venezuela. Disponible en: <http://bitly.ws/BC7D>

Kumar, S., Adithya, B., Pradeep, V., Anand, P. (2022). *Bottom Ash Stabilized Subgrade Soil Admixed with Sugarcane Bagasse Ash*. Department of Civil

Engineering, Amrita School of Engineering. Volume11. Disponible en <http://bitly.ws/BCcj>

Landa, J., Torres, S. (2019). *Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de Cenizas Volantes de Bagazo de Caña de Azúcar y Cal.* Lima. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/626177>

Laguna, O., Chacón, J. (2020). *Análisis comparativo del comportamiento a la resistencia de un suelo fino con adición de ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de cascarilla de café. (Tesis).* Universidad Piloto de Colombia, Colombia. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/9352>

Lambe, W., Whitman, R. (2015). *Mecánica de Suelos.* Editorial LIMUSA. México D.F, 2015. Disponible en https://www.academia.edu/36677655/Mecanica_de_Suelos_lambe

Mamani, L., Yataco A. (2017). *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho (Tesis).* Lima: Universidad San Martín de Porres, Facultad de Ingeniería Civil, 2017. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/3635>.

Maquera, F., Aquino C. (2021). *Estabilización de suelos arcillosos en caminos vecinales, modificado con cal y ceniza volante, carrera acora-jayujayu, acora, puno-2021.* lima, Perú. obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64809?show=full>

Martínez, E. (2019). *Estabilización de suelos cohesivos con aditivo organosilanos a nivel de subrasante.* (Tesis). Universidad Peruana Los Andes, Huancayo-Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12848/1366>

Menéndez, R. (2012). *Ingeniería de pavimentos.* Editorial ICG. Lima – Perú, 2012. Disponible en: <https://bit.ly/37wtu5i>.

MINVU. (2008). *Código de normas y especificaciones técnicas de obras de pavimentación.* Santiago de Chile-Chile. Disponible en <http://bitly.ws/BCaw>

- Muhammad, H., Liaqat, A. y Muhammad, J. (2019). *Soil stabilization in Skardu Region of Gilgit Baltistan using wood Ash. International Journal of Scientific & Engineering Research. Volume13*. Disponible en <http://bitly.ws/ApYy>
- Musab, S. (2020). *Partial replacement effect of firewood ash (fwa) on the geotechnical properties of clay stabilized with cement. International Journal of Scientific & Engineering Research. Volume16*. Disponible en <http://bitly.ws/BCbR>
- MTC (2013). *Manual de carreteras, geología, geotecnia y pavimentos; sección suelos y pavimentos*. Lima – Perú, 2013. Disponible en: <https://bit.ly/3jEM2mB>
- MTC (2014). “*Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos; Sección Suelos y pavimentos*”. Lima – Perú.
- Muelas, Á. (2021). *Manual de Mecánica de Suelos y cimentaciones*. Madrid – España. Disponible en: <https://bit.ly/3M9zHTv>
- Nath, B., Ali K., y Sarkar G. (2017). *Study on strength behavior of organic soil stabilized with fly ash. International scholarly research notices*.
- Nieto, J. (2019). *Evaluación del uso de aditivos químicos no tradicionales como estabilizadores de suelos limosos para caminos productivos de bajo volumen de tránsito (Tesis)*. Universidad Técnica Federico Santa María, Chile. <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/47413>.
- Nikhil, B., Smitha J. y Uday K. (2015). *Effect of Salinity on Geotechnical Properties of Expansive Soils. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*. Vol 4. Disponible en <http://bitly.ws/B97C>.
- Parra, M. (2018). *Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante. (Tesis)*. Universidad Católica de Colombia, Colombia. <https://hdl.handle.net/10983/22856>

- Rondón, H., Zafra C. y Chaves S. (2018). *Behavior of a hot mix asphalt using blast furnace slag and gilsonite. internacional journal of applied engineering.* Volume13.Disponible en <http://www.ripublication.com>.
- Ruíz, R. (2014). *El método científico y sus etapas. Artículo (Pregrado). México D.F México.* Disponible en: <https://bit.ly/3jYYrlo>.
- Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica. México D.F México.* Disponible en: <http://bitly.ws/aUbc>
- Sarker, D., Shahrear A., Omar K., Narendra W., Y Lynam J. (2021) *Application of sustainable lignin stabilized expansive soils in highway subgrade. geotechnical special publication.* Disponible en <https://bit.ly/3w20oUY>.
- Rathan, R., Banupriya S., y Dharani R. (2016). *Stabilization of soil using rice husk ash. Int. J. Comput. Eng. Res,* 6(2), 43-50.
- Rangel, R. (2018). *Revista del Instituto Nacional de Higiene.*
- Silva, M. (2016). *Mejoramiento de la subrasante con geomallas multiaxiales tipo Tx140 y Tx160, aplicado a un tramo de la calle Alemania – La Molina - Cajamarca 2016. (Tesis). Universidad Privada del Norte, Cajamarca-Perú.* <https://hdl.handle.net/11537/10543>
- Supo, F. y Cavero, H. (2014). *Fundamentos teóricos y procedimentales de la investigación científica en ciencias sociales.* Lima – Perú. Disponible en: <http://bitly.ws/BC9h>
- Thenoux, G. (2000). *Estabilización físico-química de suelos para camino. Santiago, PROVIAL, 2000.*Disponible en: <http://bitly.ws/BCao>
- Vivanco, M. (2005). *Muestreo estadístico y diseño de aplicaciones. Santiago de Chile – Chile.* Disponible en: <http://bitly.ws/BC8q>

- Vettorelo, P. Y Clariá J. (2015) *Suelos reforzados con fibras: Estado del arte y aplicaciones. Revista de la facultad de ciencias exactas, físicas y naturales.* Disponible en <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/FCEFyN/article/view/6856>.
- Yadav, A., Gaurav K., Kishor R., y Suman S. (2017). *Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads.* International journal of pavement research and technology.
- Wiseman, G. (1973). *Un estudio de los fenómenos de colapso de un loess no perturbado. Conferencia Internacional sobre Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones, Moscú, URSS.* Disponible en <http://bitly.ws/BCaG>
- Zhu, Z., & Liu, S. (2008). *Utilización de un nuevo estabilizador de suelo para subrasante de limo.* Disponible en <http://bitly.ws/BCb7>

ANEXOS

ANEXO1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO – 2023.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	V. INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
Problema general: ¿Como influye la incorporación de ceniza de hoja de coca en el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023?	Objetivo general: Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de hoja de coca en el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023.	Hipótesis general: Existe influencia de la incorporación de ceniza de hoja de coca en el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023.	Ceniza de hoja de coca	Dosificación (% en peso)	0.0% 1.5% 3.0% 4.5%	Tipo de investigación Aplicada Nivel de investigación Correlacional Diseño de investigación Cuasi experimental
PROBLEMA ESPECIFICO ¿Cómo influye la incorporación de ceniza de hoja de coca sobre el índice de plasticidad para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS Evaluar la influencia de la incorporación de ceniza de hoja de coca sobre el índice de plasticidad para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023	HIPÓTESIS ESPECIFICA Existe influencia de la incorporación de ceniza de hoja de coca sobre el índice de plasticidad para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023	V. DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	Enfoque Cuantitativo Población Los suelos del tramo de la carretera no pavimentada Vinchos-Ayacucho, Tramo Pampancca- Huaraca desde el km:0+000 al 15+200 (15200m de longitud).
¿De qué manera influye la incorporación de ceniza de hoja de coca sobre la resistencia a la compresión simple para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023?	Evaluar cómo influye la incorporación de ceniza de hoja de coca sobre la resistencia a la compresión simple para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023	Existe influencia de la incorporación de ceniza de hoja de coca sobre la resistencia a la compresión simple para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023	subrasante de matriz fina	Propiedades físicas.	Índice de plasticidad (%)	Muestra Los suelos del tramo estudio del km:6+250 al 10+500 (4+250m de longitud), donde se realizarán calicatas de exploración directa.
¿Cómo la incorporación de ceniza de hoja de coca influye en sobre la capacidad de soporte para el	Evaluar como la incorporación de ceniza de hoja de coca influye sobre la capacidad de soporte para el	La incorporación de ceniza de hoja de coca si influye sobre la capacidad de soporte para el mejoramiento de		Propiedades mecánicas.	Resistencia a la compresión simple(kg/cm2) CBR (%)	Muestreo No probabilístico

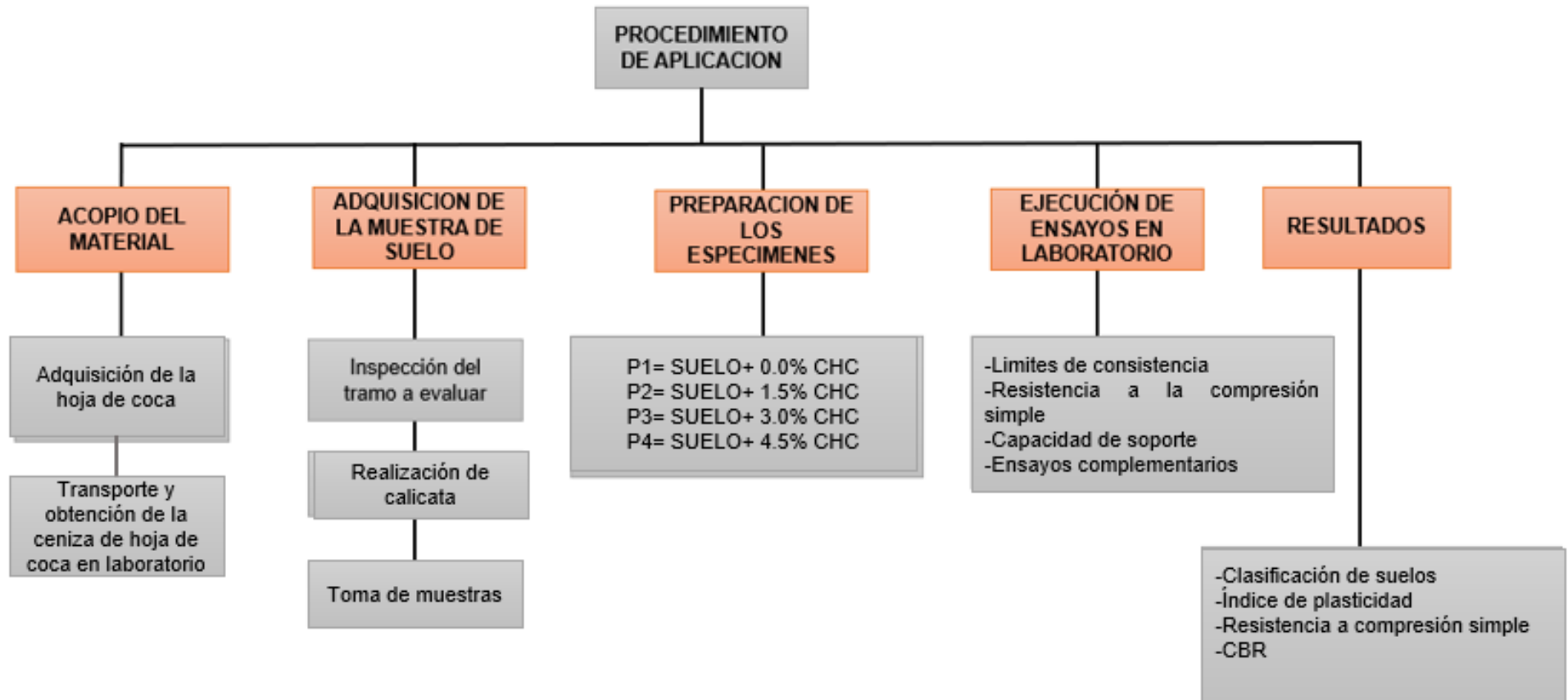
mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023?	mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023	subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023					Técnica recolección de datos
¿Cómo la incorporación de ceniza de hoja de coca presentaría un mejor costo económico frente a otros métodos de estabilización para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023?	Evaluar como la incorporación de ceniza de hoja de coca presentaría un mejor costo económico frente a otros métodos de estabilización para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023	La incorporación de ceniza de hoja de coca presentará un mejor costo económico frente a otros métodos de estabilización para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023		Evaluación económica	Costo/rendimiento (S/./m3)		-Fichas de observación -Instrumento de hoja de calculo

ANEXO 02: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
VARIABLE INDEPENDIENTE	Ceniza de hoja de coca	Especie proviene de Sudamérica con aplicaciones múltiples, la ceniza de hoja de coca se ha empleado en el comercio, la medicina, la analgesia y otras formas de atención sanitaria (Mazor, 2007)	La ceniza de hoja de coca está compuesta por materiales que proporcionan mejorar en distintas propiedades al adicionar con diferentes porcentajes con respecto al peso del agregado fino.	Dosificación en Kilogramos, porcentaje	0%	Razón	Tipo de Investigación:
					1.5%		Aplicada.
					3.0%		Nivel de Investigación:
					4.5%		Correlacional.
							Diseño de Investigación:
							Experimental: Cuasi – Experimental.
							Enfoque:
							Cuantitativo.

VARIABLE DEPENDIENTE	Subrasante de matriz fina	Son las funciones y/o características de los granos que conforman el suelo, las cuales son evaluadas a través de ensayos y experimentos (Menéndez, 2010)	Las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante que se medirán con ensayos.	Propiedades físicas	Índice de plasticidad (%)	Razón	Población: Los suelos del tramo de la carretera no pavimentada Vinchos-Ayacucho, Tramo Pampancca- Huaraca desde el km:0+000 al 15+200 (15200m de longitud).
				Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión (kg/cm²)		Muestra: Los suelos del tramo estudio del km:6+250 al 10+500 (4+250m de longitud), donde se realizarán calicatas de exploración directa.
				Evaluación económica	CBR (%)		Muestreo: No Probabilístico.
					Costo/rendimiento (\$./m3)		Técnica: Observación directa.
							Instrumento de recolección de datos: - Fichas de recolección de datos - Equipos y herramientas de laboratorio. - Software de análisis de datos. (Excel, SPSS)

ANEXO 03: PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN



ANEXO 04. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS									
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE SUELO-CEMENTO (MTC 1005)									
Formato N°103							Página 1 de 1		
INFORMACION DEL ENSAYO					CONDICIONES AMBIENTALES				
Código de trabajo:		Fecha de recepción/inicio de Ensayo:			Temperatura ambiente INI/FIN (°C):		Humedad relativa del ambiente INI/FIN (%):		
PERSONAL			Realizado:			V°B°:			
Analista:									
EQUIPOS									
Código equipo de compresión:		Balanza:		Vernier:					
N°	MUESTRA IDENTIFICACIÓN DEL TESTIGO	FECHA DE MOLDEO	DIÁMETRO 1 (mm)	DIÁMETRO 2 (mm)	ALTURA 1 (mm)	ALTURA 2 (mm)	ALTURA 3 (mm)	MASA DEL ESPECIMEN (g)	FUERZA (KN)
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS				
AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. NTP 400.012 : 2018				
Formato N°95		Pagina 1 de 1		
INFORMACIÓN DEL ENSAYO DE GRANULOMETRIA POR TAMIZADO.				
Código de Trabajo:		Fecha		
DE LA MUESTRA		Fecha Tam:		
Identificación de la muestra:		T.M. visual muestra:		
Ensayos previos de la muestra:		Material excluido o zarandeado:		
PERSONAL		V°B°		
Analista/Asistente:				
CONDICIONES AMBIENTALES				
Temperatura ambiente tamizado (° C):		Humedad relativa del ambiente tamizado (%):		
EQUIPOS				
Código Tamiz Serie Fina:		Código de Horno de secado:		
Código de Balanza AF (0,1 g):		Código de Equipo de Agitación:		
Código Tamiz Serie Gruesa:		Código de Balanza (0,5 g):		
Comprobaciones:				
Comprobación visual de tamices Cumple SI/NO:		Comprobación de agitadores tiempo SI/NO:		
DATOS DEL PROCEDIMIENTO				
Tipo de Tamizado			Compuesto	Simple
Masa húm. Espécim. ensayo (g)				
Masa seca Espécim. ensayo (g)				
			Masas retenidas (g)	
Tamiz	Masa Ret. Máxima 12"	Masa Ret. Máxima 8"	Tamizado FG Separación Nro. 4	Tamizado FF / Tamizado Simple
5 in.	C	C		
4 in.	C	C		
3 1/2 in.	15,100	C		
3 in.	12,600	C		
2 1/2 in.	10,600	C		
2 in.	8,400	3,600		
1 1/2 in.	6,300	2,700		
1 in.	4,200	1,800		
3/4 in.	3,200	1,400		
1/2 in.	2,100	890		
3/8 in.	1,600	670		
No. 4	800	330		
No. 8				
No. 16				
No. 30				
No. 50				
No. 100				
Fondo				

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS									
CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)									
Formato N°28							Página 1 de 1		
Codigo:			Fecha:				Version:		
Codigo:									
Fecha:									
COMPACTACION DEL CBR									
MOLDE N.º									
CAPAS N.º									
GOLPES POR CAPA		56		26		12			
COND. DE LA MUESTRA		HUMEDO	SUMERG.	HUMEDO	SUMERG.	HUMEDO	SUMERG.		
PESO MOLDE+SUELO HUM.									
HUMEDAD									
TARRO N.º									
MASA TARRO									
TARRO+SUELO HUM.									
TARRO+SUELO SECO									
EXPANSIÓN									
DIA		DIAL		DIAL		DIAL			
0									
1									
2									
3									
4									
PENETRACION									
PENETRACIÓN (mm) (in)		PRIMER MOLDE		SEGUNDO MOLDE		TERCER MOLDE			
		Fuerza (kN)		Fuerza (kN)		Fuerza (kN)			
0.000									
0.630									
1.270									
1.900									
2.540									
3.170									
3.810									
4.445									
5.080									
7.620									
10.160									
12.700									

NOTA: Preparación de la Muestra. Cuando más del 75 % en peso de la muestra pase por el tamiz de 19,1 mm (3/4"), se utiliza para el ensayo el material que pasa por dicho tamiz. Cuando la fracción de la muestra retenida en el tamiz de 19,1 mm (3/4") sea superior a un 25% en peso, se separa el material retenido en dicho tamiz y se sustituye por una proporción igual de material comprendido entre los tamices de 19,1 mm (3/4") y de 4,75 mm (Nº4), obtenida tamizando otra porción de la muestra. Antes de sumergir, se toma una porción de material, entre 100 y 500g (según sea fino o tenga grava) antes de la compactación y otra al final, se mezclan y se determina la humedad del Suelo. Después de la inmersión, se deja escurrir el molde durante 15 minutos en su posición normal y a continuación se retira la sobrecarga y la placa perforada. Inmediatamente se pesa y se procede al ensayo de penetración. Es importante que no transcurra más tiempo que el indispensable desde cuando se retira la sobrecarga hasta cuando vuelve a colocarse para el ensayo de penetración. Penetración. Se monta el dial medidor de manera que se pueda medir la penetración del pistón y se aplica una carga de 50N (5 kg) para que el pistón asiente. Finalmente, se desmonta el molde y se toma de su parte superior, en la zona próxima a donde se hizo la penetración, una muestra para determinar su humedad.

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS		
COMPACTACION DE SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO MTC E 115)		
Formato N°10		Página 1 de 1
Código:		Fecha:
METODO DEL ENSAYO		
1) Peso total de la muestra:	5) % acumulado 3/4" = $((2 \times 100)/1)$:	
2) Peso retenido malla 3/4" :	6) % acumulado 3/8" $(5+3 \times 100)$:	
3) Peso retenido malla 3/8" :	7) % acumulado N° 4 $(6+4 \times 100)$:	
4) Peso retenido malla N° 4 :	Método :	Molde:

METODO	% ACUM. RETENIDO N° 4	% ACUM. RETENIDO 3/8"	% ACUM. RETENIDO 3/4"	MATERIAL A USAR	MOLDE	CAPAS / GOLPES
A	≤ 20%			Pasa N° 4	4"	5/25
B	> 20%	≤ 20%		Pasa 3/8"	4"	5/25
C		> 20%	≤ 30%	Pasa 3/4"	6"	5/56

ENSAYO DE COMPACTACIÓN					
Determinación N°	01	02	03	04	05
Peso del model y muestra g					
CONTENIDO DE HUMEDAD					
Tarro N°					
Peso tarro + suelo húmedo g					
Peso tarro + suelo seco g					
Peso del tarro g					

Tiempo de permanencia requerido para saturación de especímenes

Clasificación	Tiempo de permanencia mínimo en horas
GW, GP, SW, SP	No se requiere
GM, SM	3
Todos los demás suelos	16

a) Agua añadida para OCH = a :

Punto 1 = a-300 =	
Punto 2 = a -150 =	
Punto 3 = a =	
Punto 4 = a +150 =	
Punto 5 = a +300 =	

Nota: Debe determinar el porcentaje de material retenido en la malla N° 4, 3/8" o 3/4" para escoger el Método A, B o C. Prepare mínimo 4 especímenes con contenidos de agua lo mas cercano al optimo estimado. Seleccionar los contenidos de agua de los especímenes de tal forma que resulten por lo menos dos especímenes húmedo y dos secos de acuerdo al contenido optimo de agua, que varíen alrededor del 2% y no deberán exceder de 4%. Generalmente, el suelo en un optimo contenido de agua puede ser comprimido y quedar así cuando la presión manual cesa, pero se quebrará en dos secciones cuando es doblada. En contenidos de agua del lado seco del optimo, los suelo tienden a desintegrarse; del lado húmedo del optimo, se mantienen unidos en una masa cohesiva pegajosa. El optimo contenido de humedad frecuentemente es ligeramente menor que el límite pastoso. La cantidad total de suelo usado será tal que la 5ta capa compactada se extenderá ligeramente dentro de collar, pero no excederá 6 mm (1/4 pulg) de la parte superior del molde. Al operar el pisón manual, mantener la guía firmemente y dentro de 5" de la vertical. Aplicar los golpes en una relación uniforme de aproximadamente 25 golpes/minuto. Obtener un espécimen para determinar el contenido de agua utilizando todo el espécimen o una porción representativa cortando axialmente por el centro del espécimen compactado y removiendo 500 g del material de los lados cortados. Para un 3% de variación en la humedad haga variar 150 ml de agua en cada muestra de 5 Kg, 2 muestras antes del optimo y 1 o 2 después del optimo (para lo cual sumar o restar el agua para alcanzar el optimo).

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS							
Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic, Limit, and Plasticity Index of Soils ASTM D4318-17							
Formato N°05						Pagina 1 de 1	
Código:						Fecha:	
INFORMACIÓN DEL ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLÁSTICO							
Código de Trabajo:							
DE LA MUESTRA							
Identificación de la muestra:						V-B: Firma:	
Remoción de lentes de arena (SI/NO):							
(- Cuando el solicitante no especifique el método seco, por defecto se hará la preparación húmeda del espécimen)							
*Preparación de especímenes de ensayo							
PERSONAL							
Analista/asistente:							
CONDICIONES AMBIENTALES							
Temperatura ambiente LL /LP (° C):				Humedad relativa del ambiente LL /LP (%):			
EQUIPOS							
Código Tamiz N° 40:				Código de Balanza 0,01g:			
Código de Dispositivo de Límite Líquido:				Código de Horno de secado:			
Código del aparato de enrollamiento:				Código del Cronometro:			
Comprobaciones:							
Desgaste de la Base: La huella en la base donde hace contacto la copa debe ser menor a 10 mm (Cumple SI / NO):							
Desgaste de la Copa: El desgaste en la copa debe tener una depresión no mayor a 0,1 mm (Cumple SI / NO):							
Desgaste en el Sujetador de la Copa: El pivote debe moverse de lado a lado en no mas de 3 mm (Cumple SI / NO):							
Desgaste en la Leva: La copa no debe caer antes que el sujetador pierda contacto con la leva (Cumple SI / NO):							
Altura de Caída: La altura de la punta de la copa con la base debe estar entre 10 mm + 0.2 mm (Cumple SI / NO):							
Velocidad de los Golpes de caída: La velocidad se encuentra entre 1,9 a 2,1 golpes por segundo (Cumple SI / NO):							
Herramientas de Ranuración: Las dimensiones del ranurador han sido verificadas según la NTP (Cumple SI / NO):							
DATOS DEL PROCEDIMIENTO							
TIPO DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLÁSTICO		
Descripción	25 a 35 golpes	20 a 30 golpes	15 a 25 golpes	15 a 35 golpes	EQUIPO: Manual / Aparato de enrollamiento		
Número de Golpes					Prueba N° 01	Prueba N° 02	Prueba N°:
Código del recipiente (Nombre)							
Masa del recipiente (g)							
Masa suelo húmedo mas recipiente (g)	Fecha:				Fecha:		
	Hora:	Hora:	Hora:	Hora:	Hora:	Hora:	Hora:
Temperatura de secado:	110 °C	60 °C	Ambiente				
	PRIMERA MEDIDA DE SECADO				PRIMERA MEDIDA DE SECADO		
Masa del suelo seco mas recipiente (g)	Fecha:				Fecha:		
	Hora:	Hora:	Hora:	Hora:	Hora:	Hora:	Hora:
	a	a	a	a	a	a	a
	SEGUNDA MEDIDA DE SECADO				SEGUNDA MEDIDA DE SECADO		
Masa del suelo seco mas recipiente (g)	Fecha:				Fecha:		
	Hora:	Hora:	Hora:	Hora:	Hora:	Hora:	Hora:
	b	b	b	b	b	b	b
Control de secado (Seco al horno si < 0,1%)	$= (a-b)/(a-R) \times 100$	$= (a-b)/(a-R) \times 100$	$= (a-b)/(a-R) \times 100$	$= (a-b)/(a-R) \times 100$	$= (a-b)/(a-R) \times 100$	$= (a-b)/(a-R) \times 100$	$= (a-b)/(a-R) \times 100$
	TERCERA MEDIDA DE SECADO				TERCERA MEDIDA DE SECADO		
Masa del suelo seco mas recipiente (g)	Fecha:				Fecha:		
	Hora:	Hora:	Hora:	Hora:	Hora:	Hora:	Hora:
	c	c	c	c	c	c	c
Control de secado (Seco al horno si < 0,1%)	$= (b-c)/(b-R) \times 100$	$= (b-c)/(b-R) \times 100$	$= (b-c)/(b-R) \times 100$	$= (b-c)/(b-R) \times 100$	$= (b-c)/(b-R) \times 100$	$= (b-c)/(b-R) \times 100$	$= (b-c)/(b-R) \times 100$

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS									
COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS (MTC E 121)									
Formato N°109							Pagina 1 de 1		
Codigo de orden de trabajo:						Fecha ini:			
MUESTRA						fecha fin:			
Identificación de la muestra:						V°B°			
PERSONAL						Realizado:			
Analista/Asistente:									
CONDICIONES AMBIENTALES									
Temperatura ambiente (°C) inicio/fin:					Humedad relativa del ambiente (%) inicio/fin:				
CONDICIONES DE LA MUESTRA									
HUMEDAD DESEADA		APLICA		DENSIDAD DESEADA		APLICA			
		SI NO				SI NO			
				HUMEDAD INICIAL		HUMEDAD FINAL		VELOCIDAD DE COMPRESION = 0.0125*ALTURA PROMEDIO DE LA PROBETA, POR LO GENERAL 1.75mm/min	
TARRO N°									
MASA TARRO									
TARRO MAS SUELO HUMEDO									
TARRO MAS SUELO SECO									
VELOCIDAD DE ENSAYO									
DIMENSIONAMIENTO									
N°	Identificación de la muestra	Diametro 1 (mm)	Diametro 2 (mm)	Diametro 3 (mm)	Diametro 4 (mm)	Altura 1 (mm)	Altura 2 (mm)	Altura 3 (mm)	Masa de probeta (g)
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

ANEXO 05. RESULTADOS DE LABORATORIO



RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO EN SUELOS : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO – 2023"

MUESTRA		ENSAYOS DE GRANULOMETRIA																		
		% GRAVA	Cantidad	% Grava Gruesa	% Grava Fina	% ARENA	Cantidad	% Arena Gruesa	% Arena Media	% Arena Fina	% FINOS	Cantidad	D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	Coefficiente de Uniformidad Cu	Coefficiente de Curvatura Co	D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)
: SUBRASANTE KM 6+850	: CENIZA DE HOJA DE COCA (0.0% MDs)	11.9	De poca a pequeña	0.3	11.5	27.0	De pequeña a mucha	7.7	10.7	8.8	61.1	Sesbante	0.01	0.04	0.07	6.0	1.5	0.02	0.06	2.90
	: CENIZA DE HOJA DE COCA (1.5% MDs)																			
	: CENIZA DE HOJA DE COCA (3.0% MDs)																			
	: CENIZA DE HOJA DE COCA (4.5% MDs)																			
: SUBRASANTE KM 6+330	: CENIZA DE HOJA DE COCA (0.0% MDs)	17.4	Pequeña	6.5	10.8	13.8	De poca a pequeña	3.9	5.7	4.2	68.8	Sesbante	0.01	0.03	0.07	6.0	1.5	0.02	0.05	6.66
	: CENIZA DE HOJA DE COCA (1.5% MDs)																			
	: CENIZA DE HOJA DE COCA (3.0% MDs)																			
	: CENIZA DE HOJA DE COCA (4.5% MDs)																			
: SUBRASANTE KM 9+620	: CENIZA DE HOJA DE COCA (0.0% MDs)	26.1	De pequeña a mucha	9.7	16.4	34.0	Mucha	11.0	12.2	10.7	39.9	Mucha	0.02	0.06	1.42	75.4	0.1	0.03	0.41	13.77
	: CENIZA DE HOJA DE COCA (1.5% MDs)																			
	: CENIZA DE HOJA DE COCA (3.0% MDs)																			
	: CENIZA DE HOJA DE COCA (4.5% MDs)																			


 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO EN SUELOS : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO – 2023"

MUESTRA		ENSAYOS DE PLASTICIDAD (PASANTE MALLA Nº 40)									
		Plasticidad en función al LL	Límite Líquido LL %	Índice de Compresibilidad Co=0.008(LL-10)	Clasificación de la Compresibilidad	Límite Plástico LP %	Plasticidad en función al IP	Clasificación del suelo en función al IP	Índice Plástico IP %	Potencial de Expansión Ep (US Bureau of Reclamation 1998)	Humedad w (%)
: SUBRASANTE KM 6+850	: CENIZA DE HOJA DE COCA (0.0% MDG)	Baja	26.3%	14.7%	Baja	21.8%	Baja	Poco arcilloso	4.5%	Potencial bajo	15.2%
	: CENIZA DE HOJA DE COCA (1.5% MDG)	No plástico	NP	--	Baja	NP	No plástico	Casi exentos de arcilla	NP	Potencial bajo	
	: CENIZA DE HOJA DE COCA (3.0% MDG)	No plástico	NP	--	Baja	NP	No plástico	Casi exentos de arcilla	NP	Potencial bajo	
	: CENIZA DE HOJA DE COCA (4.5% MDG)	No plástico	NP	--	Baja	NP	No plástico	Casi exentos de arcilla	NP	Potencial bajo	
: SUBRASANTE KM 8+330	: CENIZA DE HOJA DE COCA (0.0% MDG)	Medio	31.1%	19.0%	Baja	23.8%	Medio	Arcilloso	7.2%	Potencial bajo	21.2%
	: CENIZA DE HOJA DE COCA (1.5% MDG)	Baja	23.2%	11.9%	Baja	20.2%	Baja	Poco arcilloso	3.0%	Potencial bajo	
	: CENIZA DE HOJA DE COCA (3.0% MDG)	No plástico	NP	--	Baja	NP	No plástico	Casi exentos de arcilla	NP	Potencial bajo	
	: CENIZA DE HOJA DE COCA (4.5% MDG)	No plástico	NP	--	Baja	NP	No plástico	Casi exentos de arcilla	NP	Potencial bajo	
: SUBRASANTE KM 9+820	: CENIZA DE HOJA DE COCA (0.0% MDG)	Baja	25.2%	13.7%	Baja	22.5%	Baja	Poco arcilloso	2.7%	Potencial bajo	17.0%
	: CENIZA DE HOJA DE COCA (1.5% MDG)	No plástico	NP	--	Baja	NP	No plástico	Casi exentos de arcilla	NP	Potencial bajo	
	: CENIZA DE HOJA DE COCA (3.0% MDG)	No plástico	NP	--	Baja	NP	No plástico	Casi exentos de arcilla	NP	Potencial bajo	
	: CENIZA DE HOJA DE COCA (4.5% MDG)	No plástico	NP	--	Baja	NP	No plástico	Casi exentos de arcilla	NP	Potencial bajo	


 CASAGRANDE/CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESÚS GUERRA AZALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO EN SUELOS : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO – 2023"

MUESTRA	CLASIFICACION DE SUELOS				ENSAYOS DE COMPACTACION			ENSAYOS DE RESISTENCIA				ENSAYOS DE RESISTENCIA	
	Clasificación AASTHO	Clasificación del suelo en función al Índice de Grupo	Clasificación SUCS	Nombre de Grupo (ASTM D-2487)	Gravedad Específica de los sólidos del suelo	Máxima Densidad Seca MD _S (Proctor Modificado (t/m ³))	Óptimo Contenido de Humedad OCH (Proctor Modificado %)	CBR al 100% de la MD _S (%)	CBR al 95% de la MD _S (%)	Categoría de la Sub-Rasante	Expansión en 4 días (%)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (MPa)
SUBRASANTE KM 0+650 : CENIZA DE HOJA DE COCA (0.0% MD _S) : CENIZA DE HOJA DE COCA (1.5% MD _S) : CENIZA DE HOJA DE COCA (3.0% MD _S) : CENIZA DE HOJA DE COCA (4.5% MD _S)	A-4 (1)	Muy bueno	ML	LIMO ARENOSO	2.590	1.854	21.5	5.2	3.7	Insuficiente	0.04%	3.4	0.3
								8.5	7.4	Regular	0.03%	5.9	0.6
								14.8	14.3	Buena	0.03%	13.6	1.3
								12.2	10.1	Buena	0.02%	10.9	1.1
SUBRASANTE KM 0+330 : CENIZA DE HOJA DE COCA (0.0% MD _S) : CENIZA DE HOJA DE COCA (1.5% MD _S) : CENIZA DE HOJA DE COCA (3.0% MD _S) : CENIZA DE HOJA DE COCA (4.5% MD _S)	A-4 (4)	Regular	ML	LIMO Y TIPO GRAVA CON ARENA	2.690	1.573	21.7	3.5	3.2	Insuficiente		2.4	0.2
								6.7	4.9	Insuficiente		6.9	0.7
								11.6	10.1	Buena		12.1	1.2
								9.6	8.2	Regular		9.1	0.9
SUBRASANTE KM 0+020 : CENIZA DE HOJA DE COCA (0.0% MD _S) : CENIZA DE HOJA DE COCA (1.5% MD _S) : CENIZA DE HOJA DE COCA (3.0% MD _S) : CENIZA DE HOJA DE COCA (4.5% MD _S)	A-4 (0)	Muy bueno	SM	ARENA LIMOSA CON GRAVA	2.639	1.482	19.3	8.3	7.0	Regular		10.7	1.1
								12.8	11.3	Buena		14.4	1.4
								18.5	18.0	Buena		24.5	2.4
								17.1	14.4	Buena		20.2	2.0



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

ANEXO 1.1
CALICATA C-01
KM 6+850

 CASAGRANDE GEOTECNIA Y CONCRETO	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO METODO B (MTC E 1103, MTC E 1101)

Proyecto	: "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"	Región/Prov:	AYACUCHO / HUAMANGA
Trazabilidad	: INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004	Distrito	: VINCHOS
Solicitante	: PETHER HUAMANI PRADO	Lugar	: PAMPANCCA - HUARACA
Exploración	: SUBRASANTE KM 6+850	Fecha	: NOVIEMBRE DEL 2023
Estrato/Nivel	: MATERIAL PROPIO		

DATOS DE LA MUESTRA

Clasificación SUCS :	ML LIMO ARENOSO
Clasificación AASHTO :	A-4 (1) MDS = 1.65 gr/cm3 OCH = 21.50 %
% Retenido acumulado malla N° 4 : 11.87 % Pasa acumulado malla N° 4 : 88.13	

DATOS DEL MOLDEO

PORCENTAJE DE ADITIVO (CENIZA DE HOJA DE COCA)		0.0								
MOLDE N°		1	2	3						
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	1,730	1,727	1,729						
PESO DEL MOLDE	gr	601.00	602.50	601.90						
PESO SUELO HÚM.	gr	1,129.00	1,124.50	1,127.10						
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	565.16	564.82	564.90						
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	2.00	1.99	2.00						
HUMEDAD	TARRO	Nro.	154	44	52					
TARRO+SUELO HÚM.	gr	553.30	552.70	621.00						
TARRO+SUELO SECO	gr	479.40	476.20	516.75						
PESO DEL TARRO	gr	129.49	98.79	21.33						
% DE HUMEDAD	%	21.12	20.27	21.04						
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.65	1.66	1.65						

ENSAYO DE COMPRESION

EDAD	días	7	7	7						
DIAMETRO PROMEDIO	mm	71.2	71.1	71.2						
ALTURA	mm	141.9	142.3	141.9						
RELACION H/D		1.99	2.00	1.99						
FACTOR DE CORRECCION		1.00	1.00	1.00						
LECTURA DE ENSAYO	kN	1.2	1.3	1.5						
RESISTENCIA FC	kg/cm2	2.9	3.2	3.9						
RESISTENCIA PROM	kg/cm2	3.4								
RESISTENCIA PROM	MPa	0.3								


CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESUS GUERRA AZALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 2 de 2

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Distrito : VINCHOS

Exploración : SUBRASANTE KM 6+850

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Dosis : CENIZA DE HOJA DE COCA (4.5% MDS)

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	ML	LIMO ARENOSO	AASHTO :	A-4 (1)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m3) :	1.65	Optimo Contenido de Humedad OCH % =	28.30	
% Grava =	11.9	% Arena =	27.0	% Finos = 61.1
				LL % = 26.3%
				LP % = 21.8%
Expansión % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % = 4.5%

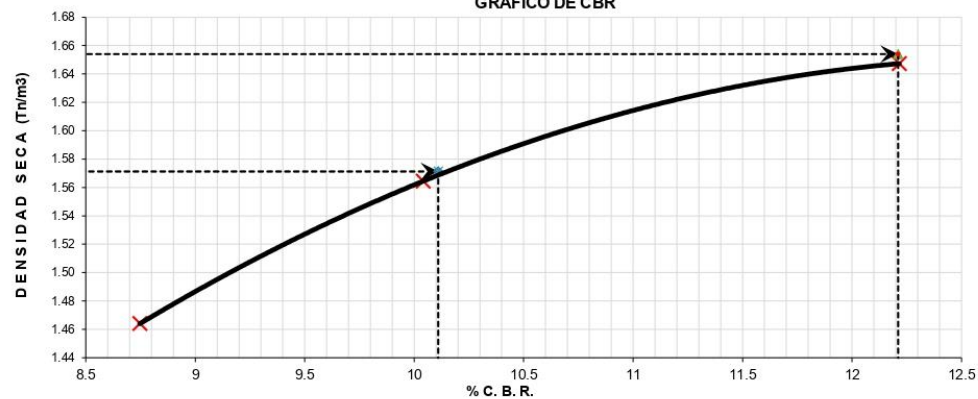
RESULTADOS DEL ENSAYO (0.1" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 12.2

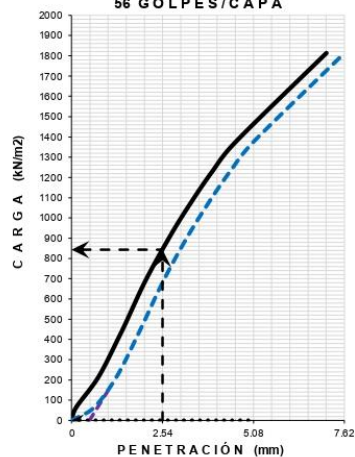
CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 10.1

CBR AL 90% MDS = -.-

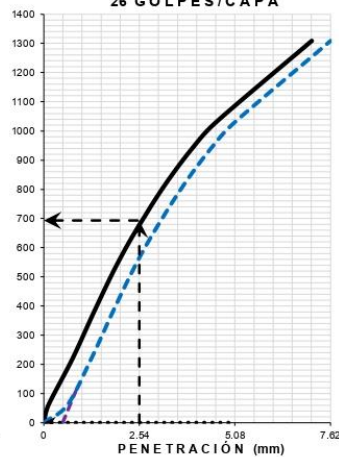
GRÁFICO DE CBR



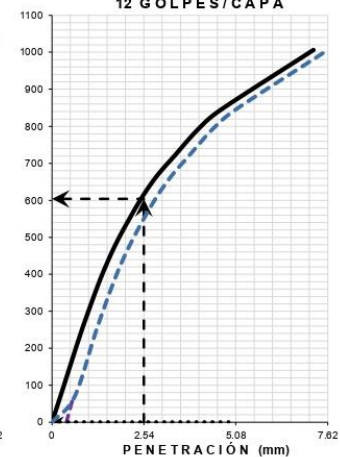
56 GOLPES/CAPA



26 GOLPES/CAPA



12 GOLPES/CAPA



CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 265731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.	CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)	Pagina 1 de 2
---	--	--------------------------

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"
 Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004 Región/Provi : AYACUCHO / HUAMANGA
 Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO Distrito : VINCHOS
 Exploración : SUBRASANTE KM 6+850 Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
 Dosis : CENIZA DE HOJA DE COCA (4.5% MDS) Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

COMPACTACION DEL CBR											
MOLDE Nº		14			35			22			
CAPAS Nº		5			5			5			
GOLPES POR CAPA		56			26			12			
COND. DE LA MUESTRA		HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO			
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	12,290			11,673			11,550			
PESO DEL MOLDE	gr	8,073.00			7,677.00			7,795.00			
PESO SUELO HÚM.	gr	4,217.00			3,996.00			3,755.00			
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2,110.46			2,105.77			2,114.53			
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	2.00			1.90			1.78			
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.65			1.56			1.46			
Contenido de Humedad		Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	
TARRO Nº	Nro.	339	341	251	339	341	315	339	341	252	
TARRO+SUELO HÚM.	gr	532.5	609.0	667.5	532.5	609.0	751.3	532.5	609.0	679.5	
TARRO+SUELO SECO	gr	461.9	526.4	551.2	461.9	526.4	607.0	461.9	526.4	556.6	
PESO DEL TARRO	gr	134.06	134.19	84.15	134.06	134.19	67.20	134.06	134.19	101.01	
% DE HUMEDAD	%	21.53	21.06	24.90	21.53	21.06	26.73	21.53	21.06	26.98	
HUMEDAD	%	21.30		24.90	21.30		26.73	21.30		26.98	
ABSORCIÓN	%	3.60			5.43			5.68			
EXPANSIÓN											
DÍA		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		
			mm	%		mm	%		mm	%	
0		0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	
4		0.03	127.03	0.02%	0.03	127.03	0.02%	0.04	127.04	0.03%	
PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000		0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.630		0.025	0.13	0.13	0.06	0.12	0.12	0.06	0.13	0.13	
1.270		0.050	0.43	0.43	0.22	0.43	0.43	0.22	0.51	0.51	
1.900		0.075	0.85	0.85	0.44	0.77	0.77	0.40	0.82	0.82	
2.540		0.100	1.32	1.32	0.68	1.09	1.09	0.57	1.07	1.07	
3.170		0.125	1.71	1.71	0.89	1.36	1.36	0.70	1.26	1.26	
3.810		0.150	2.07	2.07	1.07	1.61	1.61	0.83	1.40	1.40	
4.445		0.175	2.39	2.39	1.23	1.82	1.82	0.94	1.53	1.53	
5.080		0.200	2.66	2.66	1.37	1.99	1.99	1.03	1.64	1.64	
7.620		0.300	3.51	3.51	1.81	2.53	2.53	1.31	1.95	1.95	

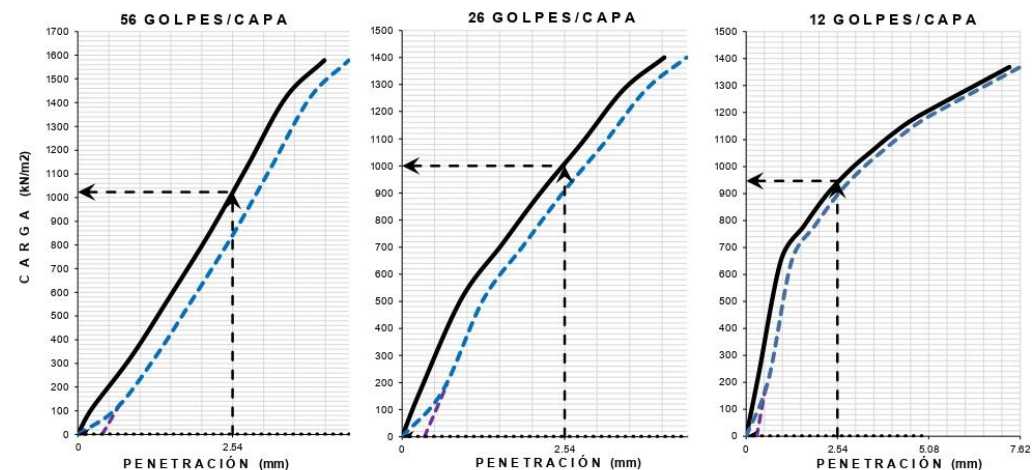
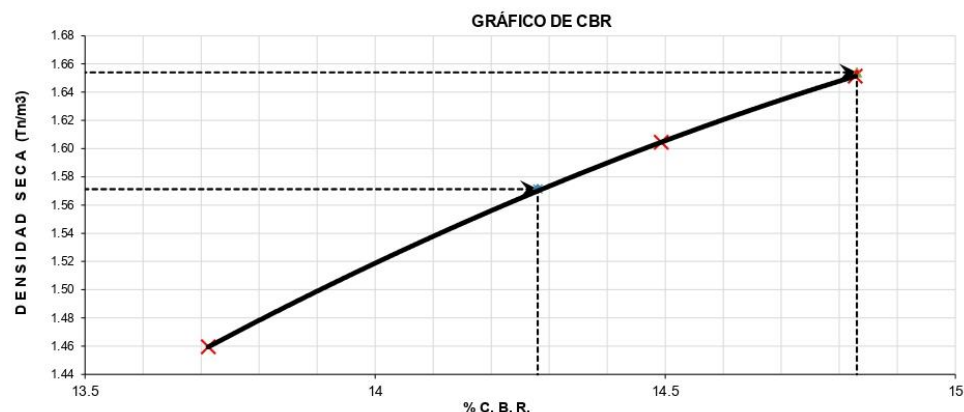

 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

	CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)	
		Página 2 de 2

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"
 Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004
 Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO
 Exploración : SUBRASANTE KM 6+850
 Estrato/Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (3.0% MDS)

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
 Distrito : VINCHOS
 Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DATOS DEL ENSAYO					
Clasificación SUCS :		ML	LIMO ARENOSO		AASHTO : A-4 (1)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m3) :		1.65	Óptimo Contenido de Humedad OCH % =		29.70
% Grava =	11.9	% Arena =	27.0	% Finos =	61.1
				LL % =	26.3%
				LP % =	21.8%
Expansión % =		0.04%	Embebido (días) =		4.0
				IP % =	4.5%
RESULTADOS DEL ENSAYO (01° DE PENETRACIÓN)					
CBR AL 100% DE MDS (0.1") =		14.8	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") =		14.3
			CBR AL 90% MDS =		--




 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

	CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)	Pagina 1 de 2
---	--	--------------------------

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO – 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Región/Provi : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Distrito : VINCHOS

Exploración : SUBRASANTE KM 6+850

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Estrato/Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (3.0% MDS)

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

COMPACTACION DEL CBR											
MOLDE Nº		15			25			12			
CAPAS Nº		5			5			5			
GOLPES POR CAPA		56			26			12			
COND. DE LA MUESTRA		HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO			
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	11,875			10,933			11,528			
PESO DEL MOLDE	gr	7,663.00			6,871.00			7,811.00			
PESO SUELO HÚM.	gr	4,212.00			4,062.00			3,717.00			
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2,114.15			2,098.30			2,110.84			
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	1.99			1.94			1.76			
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.65			1.60			1.46			
Contenido de Humedad		Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	
TARRO Nº	Nro.	333	336	272	333	336	251	333	336	250	
TARRO+SUELO HÚM.	gr	616.1	643.2	720.3	616.1	643.2	690.1	616.1	643.2	798.0	
TARRO+SUELO SECO	gr	532.1	556.4	596.9	532.1	556.4	564.0	532.1	556.4	649.6	
PESO DEL TARRO	gr	128.00	133.35	81.00	128.00	133.35	84.15	128.00	133.35	96.54	
% DE HUMEDAD	%	20.79	20.52	23.92	20.79	20.52	26.28	20.79	20.52	26.83	
HUMEDAD	%	20.65		23.92	20.65		26.28	20.65		26.83	
ABSORCIÓN	%	3.27			5.63			6.18			
EXPANSIÓN											
DÍA		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		
			mm	%		mm	%		mm	%	
0		0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	
4		0.02	127.02	0.02%	0.03	127.03	0.02%	0.03	127.03	0.02%	
PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000		0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.630		0.025	0.21	0.21	0.11	0.32	0.32	0.17	0.41	0.41	
1.270		0.050	0.63	0.63	0.33	0.98	0.98	0.51	1.26	1.26	
1.900		0.075	1.12	1.12	0.58	1.37	1.37	0.71	1.51	1.51	
2.540		0.100	1.63	1.63	0.84	1.76	1.76	0.91	1.73	1.73	
3.170		0.125	2.18	2.18	1.13	2.10	2.10	1.09	1.91	1.91	
3.810		0.150	2.75	2.75	1.42	2.48	2.48	1.28	2.05	2.05	
4.445		0.175	3.06	3.06	1.58	2.71	2.71	1.40	2.18	2.18	
5.080		0.200	3.06	3.06	1.58	2.76	2.76	1.43	2.29	2.29	
7.620		0.300	3.06	3.06	1.58	2.94	2.94	1.52	2.65	2.65	


CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 2 de 2

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Distrito : VINCHOS

Exploración : SUBRASANTE KM 6+850

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Dosis : CENIZA DE HOJA DE COCA (1.5% MDS)

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS : ML LIMO ARENOSO AASHTO : A-4 (1)

Máxima Densidad Seca MDS (tn/m³) : 1.65 Optimo Contenido de Humedad OCH % = 25.30

% Grava = 11.9 % Arena = 27.0 % Finos = 61.1 LL % = 26.3% LP % = 21.8%

Expansión % = 0.04% Embebido (días) = 4.0 IP % = 4.5%

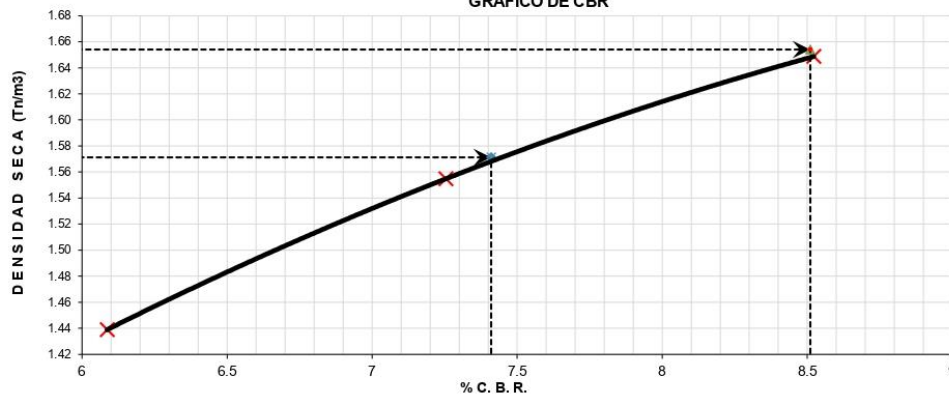
RESULTADOS DEL ENSAYO (01° DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 8.5

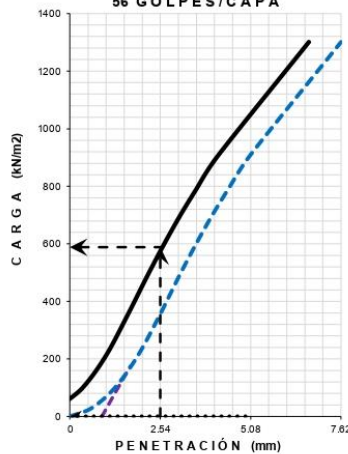
CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 7.4

CBR AL 90% MDS = -.-

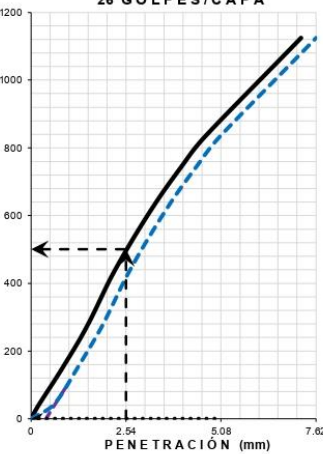
GRÁFICO DE CBR



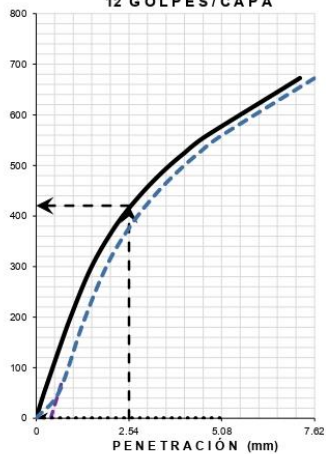
56 GOLPES/CAPA



26 GOLPES/CAPA



12 GOLPES/CAPA



CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.	CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)	Pagina 1 de 2
---	--	--------------------------

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"
 Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004
 Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO
 Exploración : SUBRASANTE KM 6+850
 Dosis : CENIZA DE HOJA DE COCA (1.5% MDS)

Región/Provi : AYACUCHO / HUAMANGA
 Distrito : VINCHOS
 Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

COMPACTACION DEL CBR										
MOLDE Nº		25			10			4		
CAPAS Nº		5			5			5		
GOLPES POR CAPA		56			26			12		
COND. DE LA MUESTRA		HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO		
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	11,070			11,819			11,378		
PESO DEL MOLDE	gr	6,871.00			7,866.00			7,711.00		
PESO SUELO HÚM.	gr	4,199.00			3,953.00			3,667.00		
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2,098.30			2,094.63			2,099.38		
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	2.00			1.89			1.75		
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.65			1.55			1.44		
Contenido de Humedad		Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final
TARRO Nº	Nro.	337	322	314	337	322	255	337	322	317
TARRO+SUELO HÚM.	gr	535.6	581.4	781.6	535.6	581.4	742.6	535.6	581.4	751.9
TARRO+SUELO SECO	gr	465.9	501.8	632.6	465.9	501.8	602.4	465.9	501.8	598.6
PESO DEL TARRO	gr	136.50	133.35	65.95	136.50	133.35	96.77	136.50	133.35	66.70
% DE HUMEDAD	%	21.16	21.60	26.29	21.16	21.60	27.73	21.16	21.60	28.82
HUMEDAD	%	21.38		26.29	21.38		27.73	21.38		28.82
ABSORCIÓN	%	4.91			6.35			7.44		

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.04	127.04	0.03%	0.04	127.04	0.03%	0.04	127.04	0.03%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025		0.06	0.06	0.03	0.09	0.09	0.05	0.10	0.10	0.05
1.270	0.050		0.20	0.20	0.10	0.30	0.30	0.16	0.36	0.36	0.19
1.900	0.075		0.40	0.40	0.21	0.53	0.53	0.27	0.57	0.57	0.30
2.540	0.100	6.9	0.69	0.69	0.36	0.81	0.81	0.42	0.73	0.73	0.38
3.170	0.125		0.99	0.99	0.51	1.04	1.04	0.54	0.84	0.84	0.43
3.810	0.150		1.27	1.27	0.66	1.26	1.26	0.65	0.94	0.94	0.48
4.445	0.175		1.53	1.53	0.79	1.45	1.45	0.75	1.01	1.01	0.52
5.080	0.200	10.35	1.76	1.76	0.91	1.62	1.62	0.84	1.08	1.08	0.56
7.620	0.300		2.52	2.52	1.30	2.18	2.18	1.12	1.30	1.30	0.67

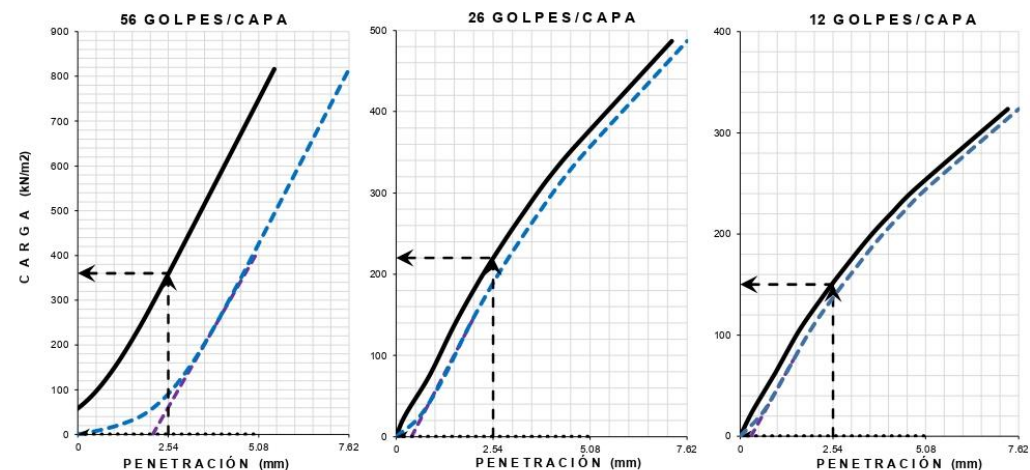
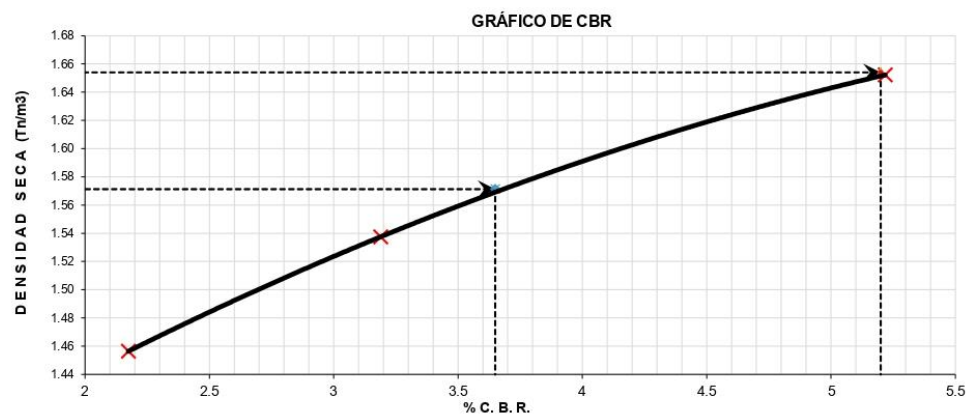

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"
 Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004
 Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO
 Exploración : SUBRASANTE KM 6+850
 Estrato/Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (0.0% MDS)

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
 Distrito : VINCHOS
 Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DATOS DEL ENSAYO					
Clasificación SUCS :	ML	LIMO ARENOSO	AASHTO :	A-4 (1)	
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m3) :	1.65	Optimo Contenido de Humedad OCH % =	21.50		
% Grava =	11.9	% Arena =	27.0	% Finos =	61.1
		LL % =	26.3%	LP % =	21.8%
Expansión % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % =	4.5%

RESULTADOS DEL ENSAYO (01° DE PENETRACIÓN)		
CBR AL 100% DE MDS (0.1') = 5.2	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1') = 3.7	CBR AL 90% MDS = --




CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.	CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)	
Pagina 1 de 2		

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"
 Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004
 Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO
 Exploración : SUBRASANTE KM 6+850
 Estrato/Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (0.0% MDS)

Región/Provi : AYACUCHO / HUAMANGA
 Distrito : VINCHOS
 Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

COMPACTACION DEL CBR									
MOLDE Nº		28			30			32	
CAPAS Nº		5			5			5	
GOLPES POR CAPA		56			26			12	
COND. DE LA MUESTRA		HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO	
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	11,800			11,630			11,310	
PESO DEL MOLDE	gr	7,567.00			7,684.00			7,613.00	
PESO SUELO HÚM.	gr	4,233.00			3,946.00			3,697.00	
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2,112.66			2,116.40			2,093.31	
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	2.00			1.86			1.77	
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.652			1.54			1.46	
Contenido de Humedad		Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial	
TARRO Nº	Nro.	154	322	347	154	322	337	154	322
TARRO+SUELO HÚM.	gr	597.4	784.0	638.2	597.4	784.0	684.1	597.4	784.0
TARRO+SUELO SECO	gr	519.5	664.2	530.5	519.5	664.2	559.7	519.5	664.2
PESO DEL TARRO	gr	129.49	133.35	133.31	129.49	133.35	136.50	129.49	133.35
% DE HUMEDAD	%	19.97	22.57	27.10	19.97	22.57	29.40	19.97	22.57
HUMEDAD	%	21.27		27.10	21.27		29.40	21.27	
ABSORCIÓN	%	5.82			8.13			9.75	

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.04	127.04	0.03%	0.04	127.04	0.03%	0.05	127.05	0.04%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025		0.02	0.02	0.01	0.05	0.05	0.03	0.05	0.05	0.02
1.270	0.050		0.05	0.05	0.02	0.15	0.15	0.07	0.12	0.12	0.06
1.900	0.075		0.09	0.09	0.05	0.26	0.26	0.14	0.20	0.20	0.10
2.540	0.100	6.9	0.17	0.17	0.09	0.37	0.37	0.19	0.26	0.26	0.14
3.170	0.125		0.30	0.30	0.15	0.46	0.46	0.24	0.32	0.32	0.17
3.810	0.150		0.46	0.46	0.24	0.54	0.54	0.28	0.38	0.38	0.20
4.445	0.175		0.64	0.64	0.33	0.62	0.62	0.32	0.43	0.43	0.22
5.080	0.200	10.35	0.82	0.82	0.43	0.69	0.69	0.36	0.47	0.47	0.24
7.620	0.300		1.58	1.58	0.82	0.94	0.94	0.49	0.63	0.63	0.32


 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESÚS GUERRA AVALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Distrito : VINCHOS

Exploración : SUBRASANTE KM 6+850

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	ML LIMO ARENOSO	METODO A
Clasificación AASHTO :	A-4 (1)	Capas : 5.00
% Retenido acumulado malla N° 4 :	11.9	Material Pasante a usar PASA N° 4
% Retenido acumulado malla 3/8" :	3.4	Molde (Pulg) 4
% Retenido acumulado malla 3/4" :	0.3	Peso Molde (gr) : 4105.00
		Vol.(cm3) : 939.81

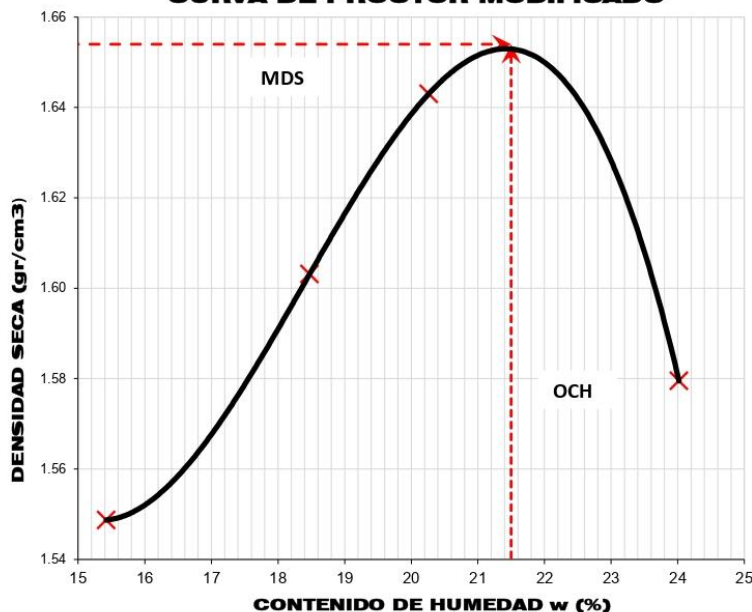
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°	01	02	03	04
Peso del molde y muestra gr	5,785	5,890	5,962	5,946
Peso de la muestra compactada gr	1,680.0	1,785.0	1,857.0	1,841.0
Densidad húmeda gr/cc	1.79	1.90	1.98	1.96
Densidad seca gr/cc	1.55	1.60	1.64	1.58

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°	345.0	321.0	152.0	154.0
Peso tarro + suelo húmedo gr	740.21	743.99	670.85	730.22
Peso de tarro + suelo seco gr	659.21	649.00	581.28	613.87
Peso del tarro gr	134.000	134.880	139.200	129.490
Peso del agua gr	81.01	94.98	89.57	116.34
Peso del suelo seco gr	525.21	514.12	442.08	484.38
Contenido de humedad %	15.42	18.47	20.26	24.02

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO



OCH
Optimo
Contenido de
Humedad (%)
21.50
MDS
Máxima
Densidad
Seca (tn/m3)
1.654

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.	ENSAYO DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO (MTC E 206, E 113)
---	---

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004 Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO Distrito : VINCHOS

Exploración : SUBRASANTE KM 6+850 Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N°4 (MTC E 206)				
IDENTIFICACION		ENSAYO N°01	ENSAYO N°02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca	gr	2221.66	2221.66	
Peso en el aire de la muestra SSS	gr	2251.55	2251.55	
Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	gr	1364.94	1364.94	
Gravedad Especifica		2.506	2.506	2.506
Gravedad Especifica SSS		2.539	2.539	2.539
Gravedad Especifica Aparente		2.593	2.593	2.593
% de absorción	%	1.345	1.345	1.345

MATERIAL PASANTE LA MALLA N°4 (MTC E 113)				
IDENTIFICACIÓN		MUESTRA 01	MUESTRA 02	PROMEDIO
Capacidad de Picnómetro	cm3	500	500	2.590
Peso de la muestra seca	gr	102.01	102.10	
Peso de Picnómetro con la muestra y agua	gr	741.07	746.74	
Peso de Picnómetro aforado lleno de agua	gr	678.35	684.10	
Temperatura del agua en el ensayo	°C	24	23	
Corrección por temperatura (K)		0.9991	0.9993	
Gravedad especifica de la muestra		2.594	2.586	

Porcentaje Retenido en la Malla N°4 (%)	11.9
Porcentaje que pasa la Malla N°4 (%)	88.1
Gravedad especifica de los sólidos	2.590


**CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.**

DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CONTENIDO DE HUMEDAD PARA SUELOS (MTC E 108)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO – 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Región/Prov. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Distrito : VINCHOS

Exploración : SUBRASANTE KM 6+850

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

RECIPIENTE	Nº	345	267
PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	1,103.70	1,068.30
PESO SUELO SECO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	978.20	935.90
PESO RECIPIENTE	gr	133.74	85.60
PESO AGUA EN LA MUESTRA	gr	125.50	132.40
PESO SECO DE LA MUESTRA	gr	844.46	850.30
HUMEDAD	%	14.9%	15.6%

CONTENIDO DE HUMEDAD

%

15.2%

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AZALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO (MTC E 107)

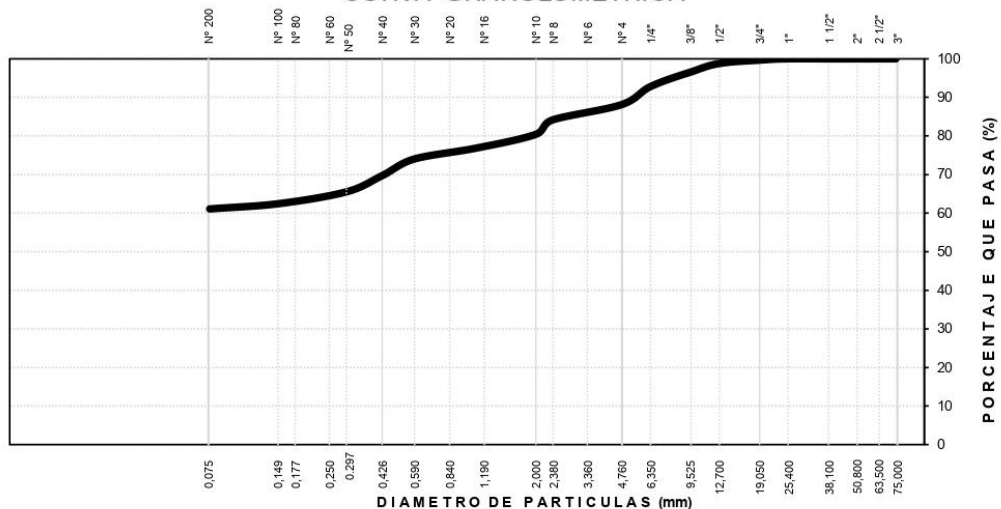
Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004
Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO
Exploración : SUBRASANTE KM 6+850
Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
Distrito : VINCHOS
Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	75.000	-	-	100.00	ENSAYOS ESTÁNDAR
	2 1/2"	63.500	-	-	100.00	Peso seco inicial (gr) 4245.1
	2"	50.800	-	-	100.00	Peso seco lavado (gr) 1652.1
	1 1/2"	38.100	-	-	100.00	Pérdida por lavado (gr) 2593.0
	1"	25.400	-	-	100.00	
	3/4"	19.000	14.30	0.34	99.66	% Grava 11.9
	1/2"	12.700	37.18	0.88	98.79	% Grava gruesa 0.3
	3/8"	9.500	93.94	2.21	96.57	% Grava fina 11.5
	1/4"	6.350	160.49	3.78	92.79	% Arena 27.0
	Nº 4	4.760	197.89	4.66	88.13	% Arena gruesa 7.7
	Nº 8	2.360	171.93	4.05	84.08	% Arena media 10.7
	Nº 10	2.000	156.86	3.70	80.39	% Arena fina 8.6
	Nº 16	1.100	151.14	3.56	76.83	% de Finos 61.1
	Nº 30	0.590	119.57	2.82	74.01	D ₁₀ = D _{e(mm)} = 0.0123
	Nº 40	0.425	183.26	4.32	69.69	D _{30(mm)} = 0.0368
	Nº 50	0.297	176.99	4.17	65.52	D _{60(mm)} = 0.0737
	Nº 100	0.149	131.89	3.11	62.42	Cu = -.-
	Nº 200	0.075	56.65	1.33	38.92	Cc = -.-
	Lavado		2,593.0	61.08	100.00	
	TOTAL		4245.1	100.0		
LIMO ARENOSO						
CLASIFICACIÓN						
AASHTO A-4 (1)						
Clasificación SUCS ML						

CURVA GRANULOMÉTRICA



LIMO Y ARCILLA	DIAMETRO DE PARTICULAS (mm)				BOLON. /BLOQ.
	ARENA			GRAVA	
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

LIMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE LA MALLA N° 40)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Región/Provinc : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Distrito : VINCHOS

Exploración : SUBRASANTE KM 6+850

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Estrato / Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (4.5% MDS)

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)

	RECIPIENTE	Nº				
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr				
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr				
3	PESO RECIPIENTE	gr				
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr				
5	PESO SECO (2)-(4)	gr				
6	HUMEDAD	%				

LIMITE PLÁSTICO

%

NP

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)

			PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO	UNIPUNTO
	RECIPIENTE	Nº		
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr		
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr		
3	PESO RECIPIENTE	gr		
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr		
5	PESO SECO (2)-(4)	gr		
6	HUMEDAD	%		
7	NUMERO DE GOLPES	Nº		

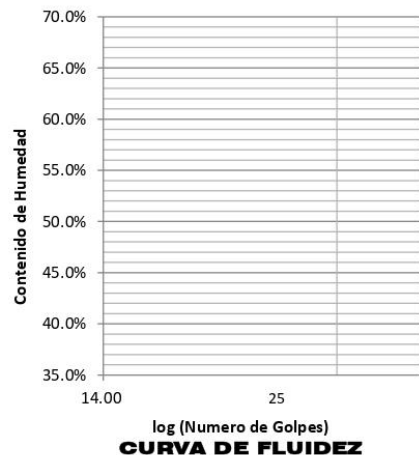
LIMITE LIQUIDO

%

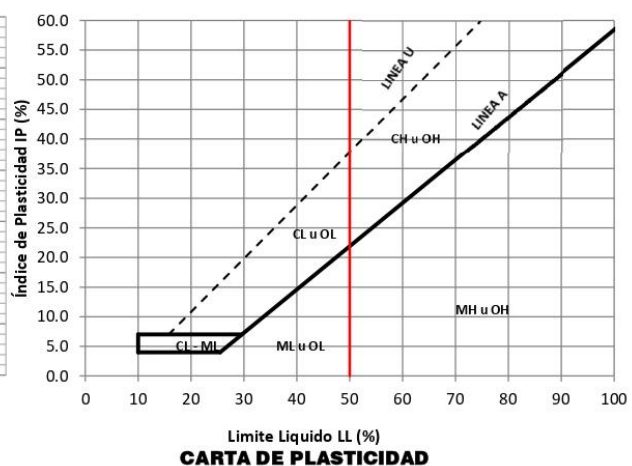
NP

ÍNDICE PLÁSTICO (%) $IP = LL - LP =$

NP



CURVA DE FLUIDEZ



CARTA DE PLASTICIDAD

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AZALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

LIMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE LA MALLA N° 40)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Exploración : SUBRASANTE KM 6+850

Estrato / Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (3.0% MDS)

Región/Provinc : AYACUCHO / HUAMANGA

Distrito : VINCHOS

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

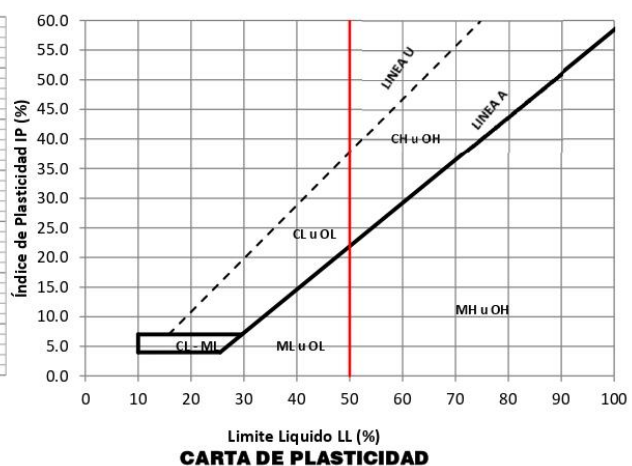
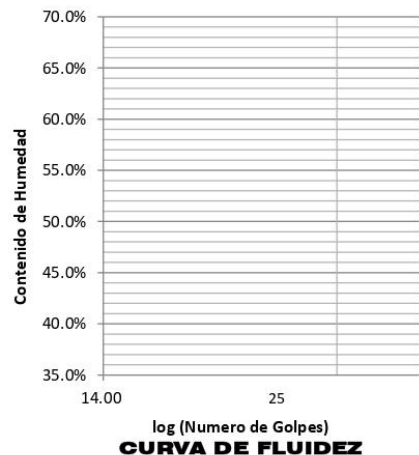
DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)

	RECIPIENTE	Nº				
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr				
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr				
3	PESO RECIPIENTE	gr				
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr				
5	PESO SECO (2)-(4)	gr				
6	HUMEDAD	%				
LIMITE PLÁSTICO		%	NP			

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)

			PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO		UNIPUNTO
	RECIPIENTE	Nº			
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr			
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr			
3	PESO RECIPIENTE	gr			
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr			
5	PESO SECO (2)-(4)	gr			
6	HUMEDAD	%			
7	NUMERO DE GOLPES	Nº			
LIMITE LIQUIDO		%	NP		

ÍNDICE PLÁSTICO (%) IP=LL-LP= NP



CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCIÓN S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

LIMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE LA MALLA N° 40)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Exploración : SUBRASANTE KM 6+850

Estrato / Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (1.5% MDS)

Región/Provinc : AYACUCHO / HUAMANGA

Distrito : VINCHOS

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)

	RECIPIENTE	Nº				
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr				
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr				
3	PESO RECIPIENTE	gr				
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr				
5	PESO SECO (2)-(4)	gr				
6	HUMEDAD	%				

LIMITE PLÁSTICO

%

NP

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)

			PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO	UNIPUNTO
	RECIPIENTE	Nº		
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr		
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr		
3	PESO RECIPIENTE	gr		
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr		
5	PESO SECO (2)-(4)	gr		
6	HUMEDAD	%		
7	NUMERO DE GOLPES	Nº		

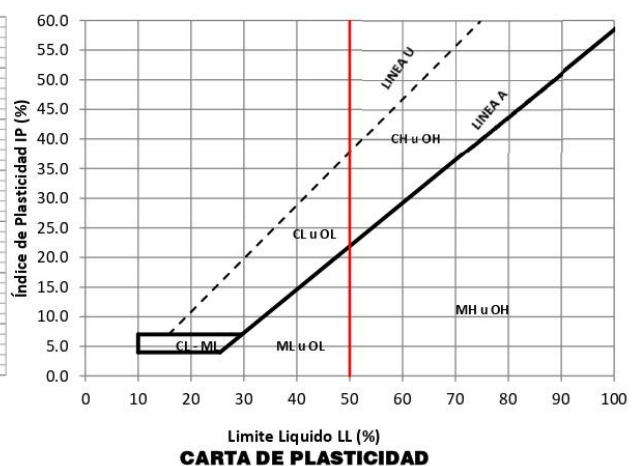
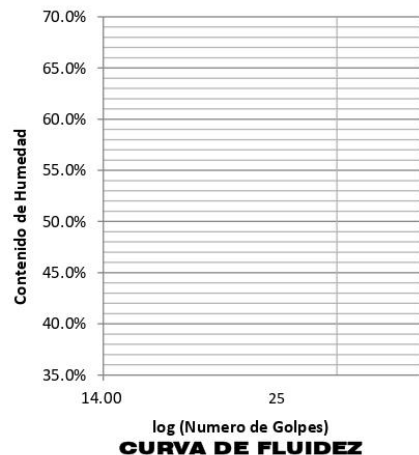
LIMITE LIQUIDO

%

NP

ÍNDICE PLÁSTICO (%) $IP = LL - LP =$

NP



CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTÉCNICA Y CONCRETO

LIMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE LA MALLA N° 40)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Región/Provinc : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Distrito : VINCHOS

Exploración : SUBRASANTE KM 6+850

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Estrato / Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (0.0% MDS)

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)

	RECIPIENTE	Nº	126	158		
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr	24.257	29.641		
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	23.201	28.437		
3	PESO RECIPIENTE	gr	18.320	22.960		
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	1.06	1.20		
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	4.88	5.48		
6	HUMEDAD	%	21.65%	21.97%		

LIMITE PLÁSTICO

%

21.8%

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)

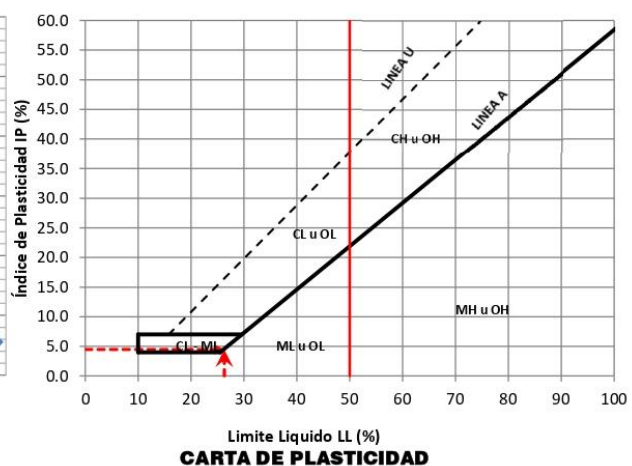
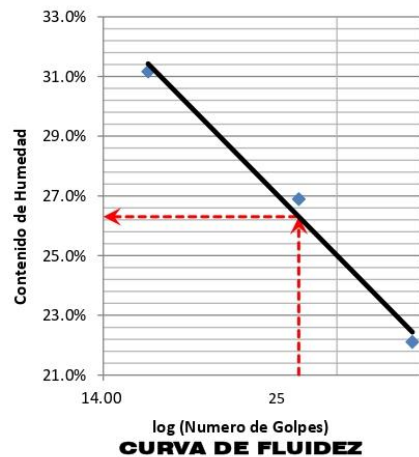
			PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO			UNIPUNTO
	RECIPIENTE	Nº	47	75	145	
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr	36.131	38.334	36.911	
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	33.643	34.828	33.159	
3	PESO RECIPIENTE	gr	22.391	21.789	21.123	
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	2.488	3.507	3.752	
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	11.252	13.039	12.036	
6	HUMEDAD	%	22.11%	26.90%	31.17%	
7	NUMERO DE GOLPES	Nº	35	25	16	

LIMITE LIQUIDO

%

26.3%

ÍNDICE PLÁSTICO (%) $IP = LL - LP =$ 4.5%



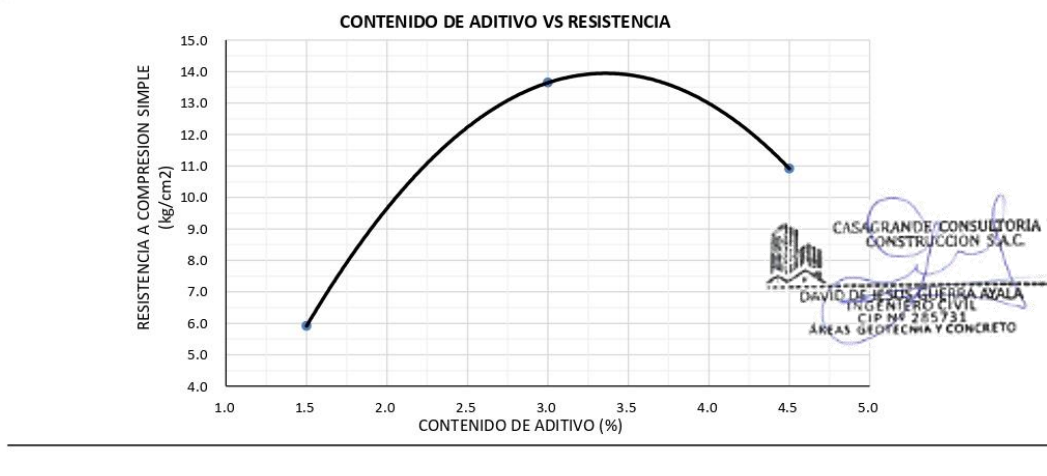
CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 265731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO METODO B (MTC E 1103, MTC E 1101)

Proyecto	: "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO – 2023"		
Trazabilidad	: INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004	Región/Prov.	: AYACUCHO / HUAMANGA
Solicitante	: PETHER HUAMANI PRADO	Distrito	: VINCHOS
Exploración	: SUBRASANTE KM 6+850	Lugar	: PAMPANCCA - HUARACA
Estrato/Nivel	: MATERIAL PROPIO	Fecha	: NOVIEMBRE DEL 2023

DATOS DE LA MUESTRA	
Clasificación SUCS :	ML LIMO ARENOSO
Clasificación AASHTO :	A-4 (1)
% Retenido acumulado malla N° 4 :	11.87
% Pasa acumulado malla N° 4 :	88.13

DATOS DEL MOLDEO											
PORCENTAJE DE ADITIVO (CENIZA DE HOJA DE COCA)			1.5			3.0			4.5		
MOLDE Nº			1	2	3	4	5	6	7	8	9
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr		1,743	1,746	1,729	1,773	1,774	1,816	1,752	1,734	1,737
PESO DEL MOLDE	gr		601.00	602.50	601.90	600.80	602.40	601.30	600.80	601.40	602.30
PESO SUELO HÚM.	gr		1,142.00	1,143.20	1,127.10	1,172.40	1,171.30	1,214.70	1,151.60	1,132.30	1,134.70
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3		562.77	564.39	562.31	580.58	580.03	579.13	575.67	563.71	560.54
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3		2.03	2.03	2.00	2.02	2.02	2.10	2.00	2.01	2.02
<u>HUMEDAD</u>	TARRO	Nro.	126	35	51	349	238	125	324	116	247
TARRO+SUELO HÚM.	gr		608.63	607.97	683.10	536.10	543.90	612.40	519.50	516.80	524.80
TARRO+SUELO SECO	gr		524.84	517.32	562.22	453.90	466.00	492.99	451.20	444.10	433.83
PESO DEL TARRO	gr		142.44	108.67	23.46	66.99	95.55	66.26	129.18	88.50	13.97
% DE HUMEDAD	%		21.91	22.18	22.44	21.25	21.03	27.98	21.21	20.44	21.67
DENSIDAD SECA	gr/cm3		1.66	1.66	1.64	1.67	1.67	1.64	1.65	1.67	1.66
ENSAYO DE COMPRESION											
EDAD	dias		7	7	7	7	7	7	7	7	7
DIAMETRO PROMEDIO	mm		71.2	71.1	71.2	72.1	72.0	72.0	71.8	71.1	70.9
ALTURA	mm		141.3	142.2	141.2	142.2	142.5	142.2	142.2	142.0	142.0
RELACION H/D			1.98	2.00	1.98	1.97	1.98	1.98	1.98	2.00	2.00
FACTOR DE CORRECCION			1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
LECTURA DE ENSAYO	kN		2.2	2.3	2.5	5.8	5.3	5.2	4.5	4.2	4.2
RESISTENCIA FC	kg/cm2		5.5	5.8	6.4	14.5	13.3	13.1	11.4	10.7	10.7
RESISTENCIA PROM	kg/cm2		5.9			13.6			10.9		
RESISTENCIA PROM	MPa		0.6			1.3			1.1		



ANEXO 1.2
CALICATA C-02
KM 8+330



CASAGRANDE
CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

LIMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE LA MALLA N° 40)

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023°

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Exploración : SUBRASANTE KM 8+330

Estrato / Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (0.0% MDS)

Región/Provinc : AYACUCHO / HUAMANGA

Distrito : VINCHOS

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)

	RECIPIENTE	Nº	145	142		
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr	33.221	36.310		
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	31.715	34.587		
3	PESO RECIPIENTE	gr	25.560	27.156		
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	1.51	1.72		
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	6.16	7.43		
6	HUMEDAD	%	24.46%	23.18%		

LIMITE PLÁSTICO

%

23.8%

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)

			PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO			UNIPUNTO
	RECIPIENTE	Nº	45	321	114	
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr	38.345	40.684	39.173	
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	35.750	37.076	35.938	
3	PESO RECIPIENTE	gr	26.932	25.395	26.228	
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	2.595	3.608	3.234	
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	8.818	11.680	9.710	
6	HUMEDAD	%	29.42%	30.89%	33.31%	
7	NUMERO DE GOLPES	Nº	34	25	17	

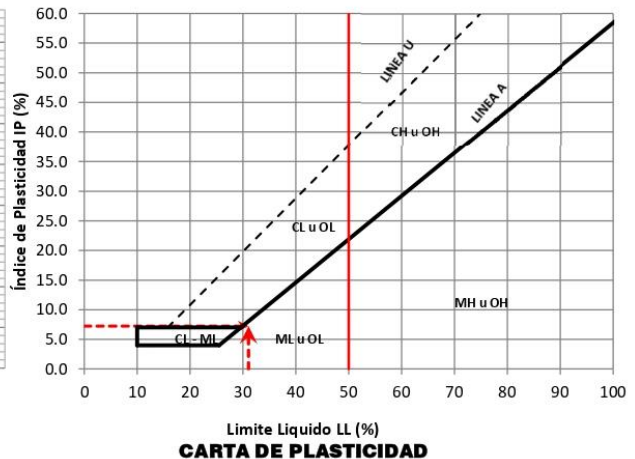
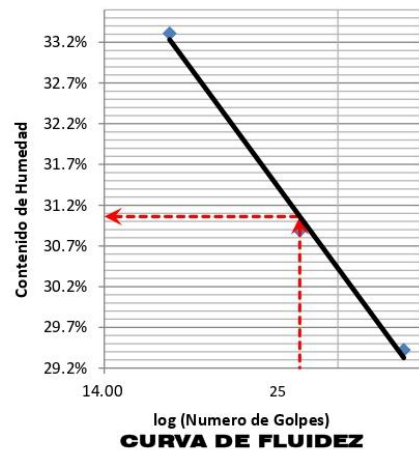
LIMITE LIQUIDO

%

31.1%

ÍNDICE PLÁSTICO (%) $IP=LL-LP=$

7.2%



CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

LIMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE LA MALLA N° 40)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Exploración : SUBRASANTE KM 8 + 330

Estrato / Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (1.5% MDS)

Región/Provinc : AYACUCHO / HUAMANGA

Distrito : VINCHOS

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)

	RECIPIENTE	Nº	57	62		
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr	32.822	35.874		
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	31.535	34.372		
3	PESO RECIPIENTE	gr	25.253	26.830		
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	1.29	1.50		
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	6.28	7.54		
6	HUMEDAD	%	20.49%	19.92%		

LIMITE PLÁSTICO

%

20.2%

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)

			PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO			UNIPUNTO
	RECIPIENTE	Nº	78	122	126	
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr	39.112	41.497	39.956	
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	37.065	38.537	37.257	
3	PESO RECIPIENTE	gr	27.471	25.903	26.753	
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	2.046	2.960	2.699	
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	9.595	12.634	10.504	
6	HUMEDAD	%	21.33%	23.43%	25.70%	
7	NUMERO DE GOLPES	Nº	35	25	15	

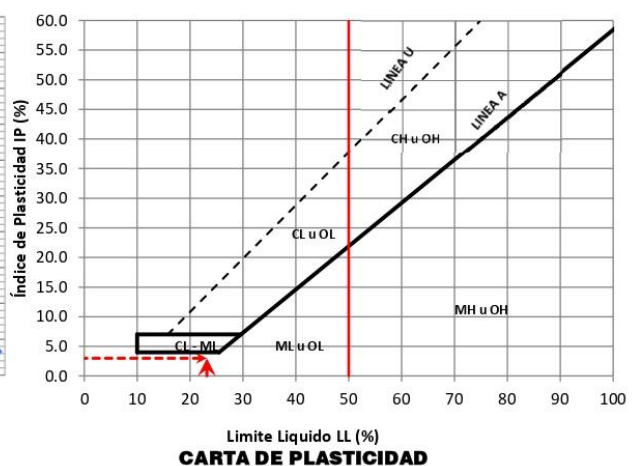
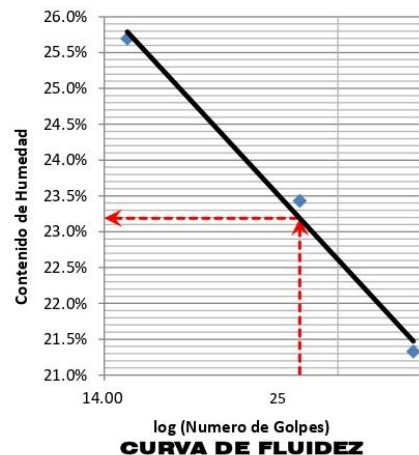
LIMITE LIQUIDO

%

23.2%

ÍNDICE PLÁSTICO (%) $IP = LL - LP =$

3.0%



CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285733
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

LIMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE LA MALLA N° 40)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Exploración : SUBRASANTE KM 8+330

Estrato / Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (3.0% MDS)

Región/Provinc : AYACUCHO / HUAMANGA

Distrito : VINCHOS

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)

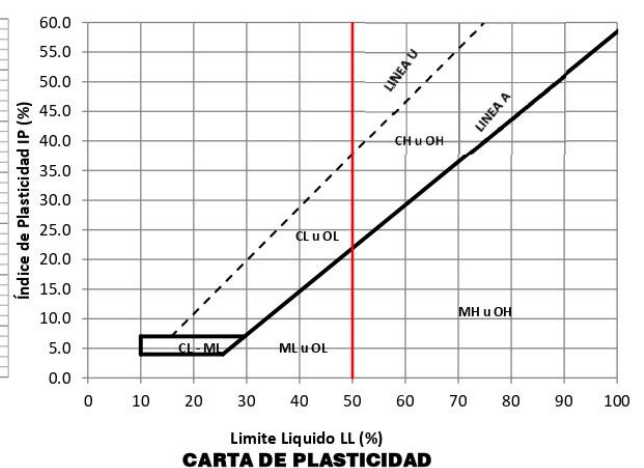
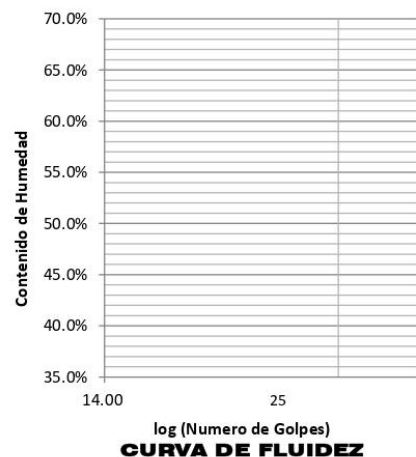
	RECIPIENTE	Nº				
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr				
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr				
3	PESO RECIPIENTE	gr				
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr				
5	PESO SECO (2)-(4)	gr				
6	HUMEDAD	%				
LIMITE PLÁSTICO		%	NP			

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)

			PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO		UNIPUNTO
	RECIPIENTE	Nº			
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr			
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr			
3	PESO RECIPIENTE	gr			
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr			
5	PESO SECO (2)-(4)	gr			
6	HUMEDAD	%			
7	NUMERO DE GOLPES	Nº			
LIMITE LIQUIDO		%	NP		

ÍNDICE PLÁSTICO (%) IP=LL-LP=

NP



CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AVILA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

LIMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE LA MALLA N° 40)

Proyecto : INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023°

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Exploración : SUBRASANTE KM 8 + 330

Estrato / Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (4.5% MDS)

Región/Provinc : AYACUCHO / HUAMANGA

Distrito : VINCHOS

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)

	RECIPIENTE	Nº				
1	PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr				
2	PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr				
3	PESO RECIPIENTE	gr				
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr				
5	PESO SECO (2)-(4)	gr				
6	HUMEDAD	%				

LIMITE PLÁSTICO

%

NP

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)

			PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO			UNIPUNTO
	RECIPIENTE	Nº				
1	PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr				
2	PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr				
3	PESO RECIPIENTE	gr				
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr				
5	PESO SECO (2)-(4)	gr				
6	HUMEDAD	%				
7	NUMERO DE GOLPES	Nº				

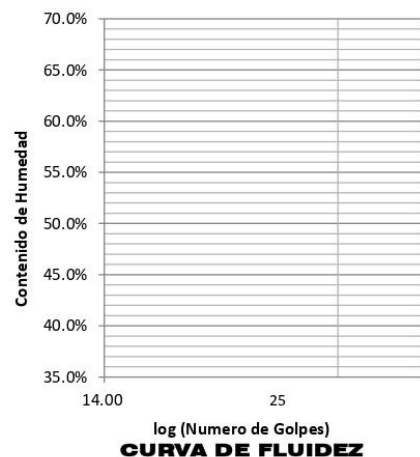
LIMITE LIQUIDO

%

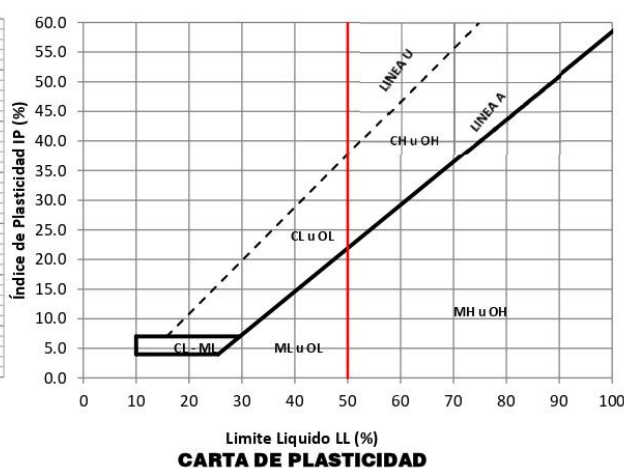
NP

ÍNDICE PLÁSTICO (%) $IP = LL - LP =$

NP



CURVA DE FLUIDEZ



CARTA DE PLASTICIDAD

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO (MTC E 107)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Exploración : SUBRASANTE KM 8 + 330

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Distrito : VINCHOS

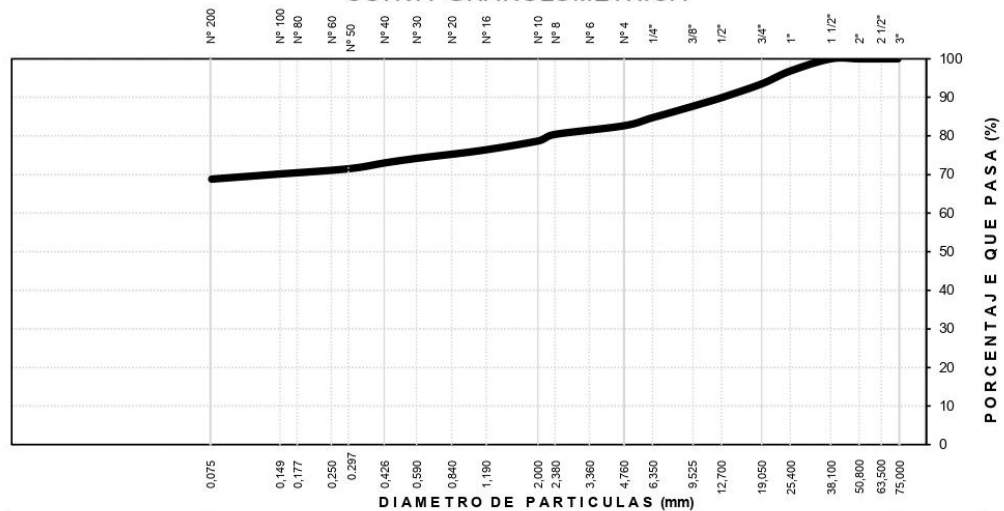
Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
	3"	75.000	-	-	-	100.00	ENSAYOS ESTÁNDAR	
	2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00	Peso seco inicial (gr)	3717.5
	2"	50.800	-	-	-	100.00	Peso seco lavado (gr)	1159.7
	1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00	Pérdida por lavado (gr)	2557.8
	1"	25.400	118.75	3.19	3.19	96.81		
	3/4"	19.000	124.40	3.35	6.54	93.46	% Grava	17.4
	1/2"	12.700	132.07	3.55	10.09	89.91	% Grava gruesa	6.5
	3/8"	9.500	83.89	2.26	12.35	87.65	% Grava fina	10.8
	1/4"	6.350	109.17	2.94	15.29	84.71	% Arena	13.8
	Nº 4	4.760	77.78	2.09	17.38	82.62	% Arena gruesa	3.9
	Nº 8	2.360	83.94	2.26	19.64	80.36	% Arena media	5.7
	Nº 10	2.000	62.64	1.69	21.32	78.68	% Arena fina	4.2
	Nº 16	1.100	95.05	2.56	23.88	76.12	% de Finos	68.8
	Nº 30	0.590	71.80	1.93	25.81	74.19	$D_{10} = D_{e(mm)}$	0.0109
	Nº 40	0.425	45.80	1.23	27.04	72.96	$D_{30(mm)}$	0.0327
	Nº 50	0.297	54.23	1.46	28.50	71.50	$D_{60(mm)}$	0.0654
	Nº 100	0.149	51.59	1.39	29.89	70.11	Cu	-
	Nº 200	0.075	48.59	1.31	31.20	68.80	Cc	-
	Lavado		2.557.8	68.80	100.00		CLASIFICACIÓN	
	TOTAL		3717.5	100.0			AASHTO	A-4 (4)
							Clasificación SUCS	ML

LIMO Y TIPO GRAVA CON ARENA

CURVA GRANULOMÉTRICA



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLON. /BLOQ.
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

 CASAGRANDE - CONSULTORIA Y CONSTRUCCION -	CONTENIDO DE HUMEDAD PARA SUELOS (MTC E 108)
--	---

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO – 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Región/Prov. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Distrito : VINCHOS

Exploración : SUBRASANTE KM 8+330

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD			
RECIPIENTE	Nº	41	56
PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	1,317.09	1,284.49
PESO SUELO SECO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	1,109.08	1,075.39
PESO RECIPIENTE	gr	133.74	85.60
PESO AGUA EN LA MUESTRA	gr	208.01	209.11
PESO SECO DE LA MUESTRA	gr	975.34	989.79
HUMEDAD	%	21.3%	21.1%
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	21.2%	


 CASAGRANDE CONSULTORIA Y
 CONSTRUCCION S.A.C.

 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.	ENSAYO DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO (MTC E 206, E 113)
---	---

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO – 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004 Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
 Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO Distrito : VINCOS
 Exploración : SUBRASANTE KM 8+330 Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
 Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N°4 (MTC E 206)				
IDENTIFICACION		ENSAYO N°01	ENSAYO N°02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca	gr	2242.07	2242.07	
Peso en el aire de la muestra SSS	gr	2272.24	2272.24	
Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	gr	1409.01	1409.00	
Gravedad Especifica		2.597	2.597	2.597
Gravedad Especifica SSS		2.632	2.632	2.632
Gravedad Especifica Aparente		2.691	2.691	2.691
% de absorción	%	1.345	1.345	1.345

MATERIAL PASANTE LA MALLA N°4 (MTC E 113)				
IDENTIFICACIÓN		MUESTRA 01	MUESTRA 02	PROMEDIO
Capacidad de Picnómetro	cm3	500	500	2.689
Peso de la muestra seca	gr	99.99	99.13	
Peso de Picnómetro con la muestra y agua	gr	747.88	753.60	
Peso de Picnómetro aforado lleno de agua	gr	685.06	691.27	
Temperatura del agua en el ensayo	°C	25	24	
Corrección por temperatura (K)		0.9988	0.9991	
Gravedad específica de la muestra		2.687	2.691	

Porcentaje Retenido en la Malla N°4 (%)	17.4
Porcentaje que pasa la Malla N°4 (%)	82.6
Gravedad específica de los sólidos	2.690


**CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.**
 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.	COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)
---	--

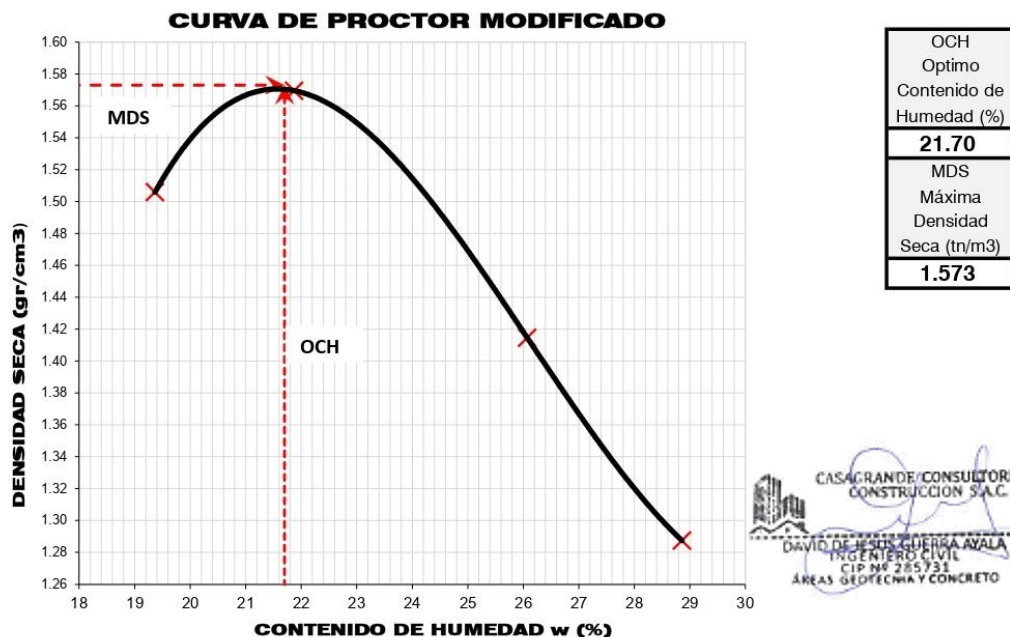
Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO – 2023"
 Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004
 Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO
 Exploración : SUBRASANTE KM 8+330
 Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
 Distrito : VINCHOS
 Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DATOS DEL ENSAYO					
Clasificación SUCS :	ML LIMO Y TIPO GRAVA CON ARENA			METODO A	
Clasificación AASHTO :	A-4 (4)	Capas :	5.00	Golpes/Capa 25	
% Retenido acumulado malla N° 4 :	17.4	Material Pasante a usar	PASA N° 4	"	
% Retenido acumulado malla 3/8" :	12.3	Molde (Pulg)	4	Código	M4
% Retenido acumulado malla 3/4" :	6.5	Peso Molde (gr) :	4105.00	Vol.(cm3) :	939.81

ENSAYO DE COMPACTACIÓN					
Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5,794	5,903	5,781	5,664
Peso de la muestra compactada	gr	1,689.3	1,797.7	1,676.1	1,559.2
Densidad húmeda	gr/cc	1.80	1.91	1.78	1.66
Densidad seca	gr/cc	1.51	1.57	1.41	1.29

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Tarro N°		49.0	65.0	12.0	17.0
Peso tarro + suelo húmedo	gr	642.37	862.06	639.52	787.34
Peso de tarro + suelo seco	gr	550.44	721.60	523.40	627.64
Peso del tarro	gr	75.74	79.53	78.01	74.23
Peso del agua	gr	91.93	140.46	116.12	159.70
Peso del suelo seco	gr	474.70	642.07	445.38	553.41
Contenido de humedad	%	19.37	21.88	26.07	28.86



 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.	CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)	
		Página 1 de 2

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"
 Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004 Región/Provi: AYACUCHO / HUAMANGA
 Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO Distrito : VINCHOS
 Exploración : SUBRASANTE KM 8+330 Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
 Estrato/Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (0.0% MDS) Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

COMPACTACION DEL CBR												
MOLDE Nº		19			30			41				
CAPAS Nº		5			5			5				
GOLPES POR CAPA		56			26			12				
COND. DE LA MUESTRA		HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO				
PESO MOLDE+S. HÚM.		gr	11,900			11,535			11,226			
PESO DEL MOLDE		gr	7,833.00			7,684.00			7,642.00			
PESO SUELO HÚM.		gr	4,067.00			3,851.00			3,584.00			
VOLUMEN DEL MOLDE		cm3	2,113.14			2,116.40			2,101.14			
DENSIDAD HÚMEDA		gr/cm3	1.92			1.82			1.71			
DENSIDAD SECA		gr/cm3	1.58			1.49			1.40			
Contenido de Humedad			Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	
TARRO Nº		Nro.	325	356	349	325	356	330	325	356	318	
TARRO+SUELO HÚM.		gr	724.7	640.7	711.1	724.7	640.7	701.4	724.7	640.7	643.9	
TARRO+SUELO SECO		gr	616.9	543.2	577.4	616.9	543.2	579.4	616.9	543.2	513.5	
PESO DEL TARRO		gr	138.09	87.97	66.99	138.09	87.97	131.62	138.09	87.97	66.21	
% DE HUMEDAD		%	22.51	21.42	26.19	22.51	21.42	27.25	22.51	21.42	29.15	
HUMEDAD		%	21.97		26.19	21.97		27.25	21.97		29.15	
ABSORCIÓN		%	4.23			5.28			7.19			
EXPANSIÓN												
DÍA		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN			
			mm	%		mm	%		mm	%		
0		0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%		
4		0.05	127.05	0.04%	0.05	127.05	0.04%	0.06	127.06	0.05%		
PENETRACIÓN												
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE			
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	
0.000		0.000	6.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.630		0.025		0.02	0.02	0.01	0.08	0.08	0.04	0.10	0.10	0.05
1.270		0.050		0.07	0.07	0.04	0.21	0.21	0.11	0.24	0.24	0.12
1.900		0.075		0.17	0.17	0.09	0.32	0.32	0.16	0.31	0.31	0.16
2.540		0.100		0.31	0.31	0.16	0.39	0.39	0.20	0.36	0.36	0.19
3.170		0.125	10.35	0.42	0.42	0.22	0.44	0.44	0.23	0.41	0.41	0.21
3.810		0.150		0.49	0.49	0.26	0.49	0.49	0.25	0.45	0.45	0.23
4.445		0.175		0.75	0.75	0.39	0.52	0.52	0.27	0.49	0.49	0.25
5.080		0.200		1.00	1.00	0.51	0.55	0.55	0.28	0.52	0.52	0.27
7.620		0.300		1.21	1.21	0.62	0.67	0.67	0.35	0.64	0.64	0.33

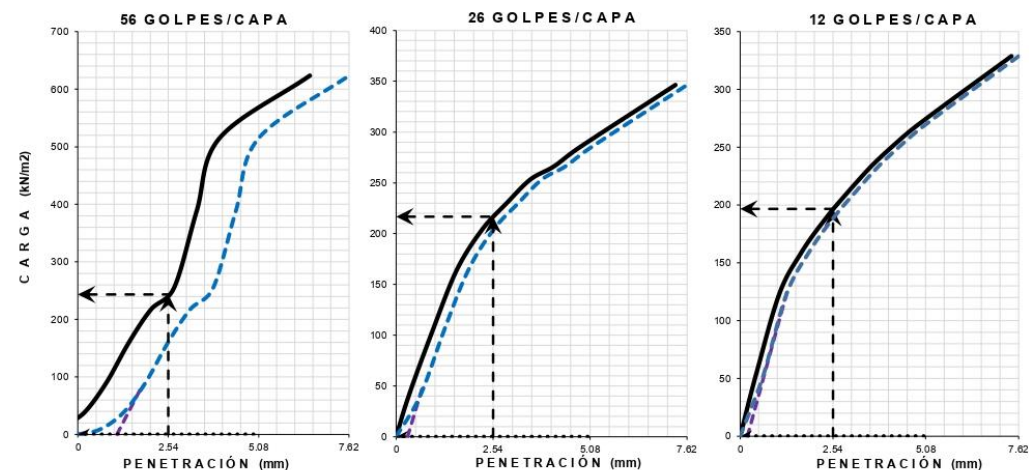
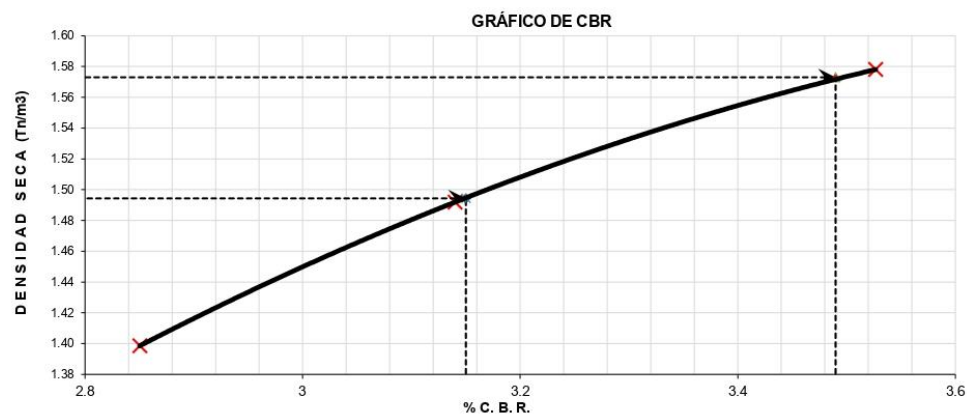

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

	CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)	
		Pagina 2 de 2

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO – 2023"
 Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004
 Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO
 Exploración : SUBRASANTE KM 8+330
 Estrato/Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (0.0% MDS)

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
 Distrito : VINCHOS
 Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DATOS DEL ENSAYO					
Clasificación SUCS :	ML	LIMO Y TIPO GRAVA CON ARENA		AASHTO :	A-4 (4)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m3) :	1.57	Óptimo Contenido de Humedad OCH % =		21.70	
% Grava =	17.4	% Arena =	13.8	% Finos =	68.8
				LL % =	31.1%
				LP % =	23.8%
Expansión % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % =	7.2%
RESULTADOS DEL ENSAYO (01° DE PENETRACIÓN)					
CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 3.5		CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 3.2		CBR AL 90% MDS = -.-	




 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285733
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.	CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)	
		Página 1 de 2

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"
 Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004
 Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO
 Exploración : SUBRASANTE KM 8+330
 Estrato/Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (1.5% MDS)

Región/Provi : AYACUCHO / HUAMANGA
 Distrito : VINCHOS
 Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

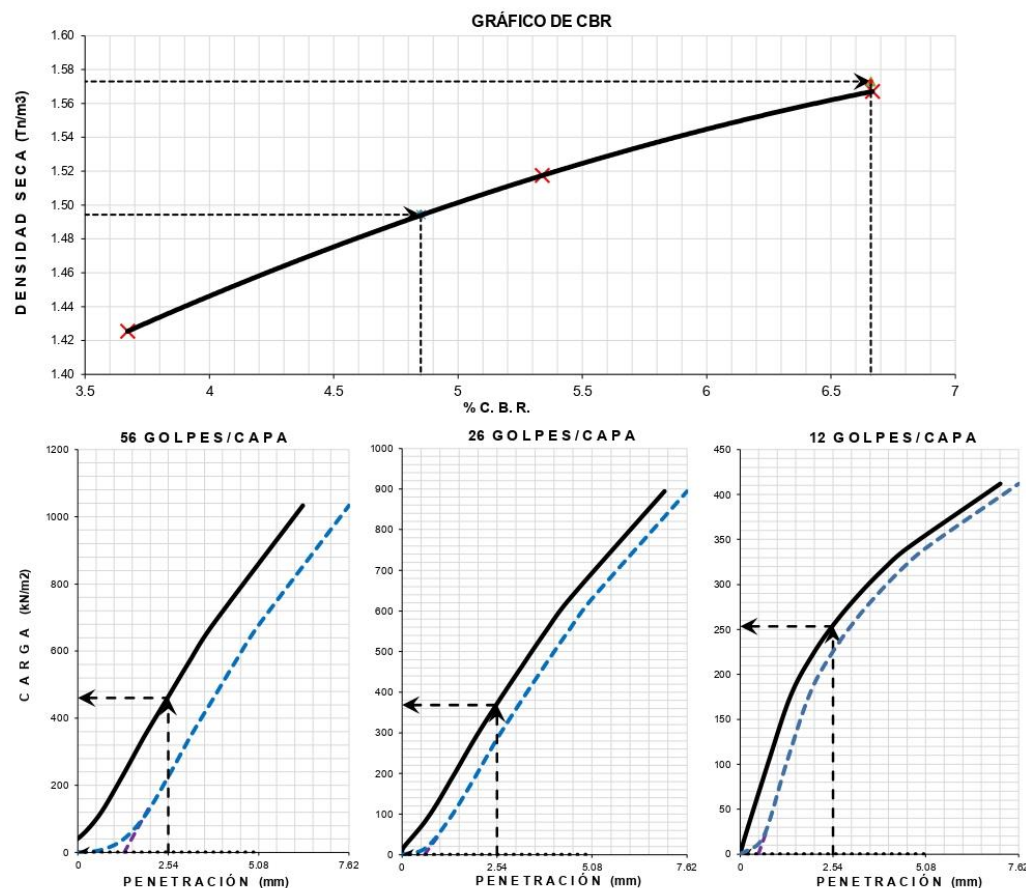
COMPACTACION DEL CBR											
MOLDE Nº		53			20			2			
CAPAS Nº		5			5			5			
GOLPES POR CAPA		56			26			12			
COND. DE LA MUESTRA		HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO			
PESO MOLDE+S. HÚM.		gr	11,612			11,844			11,478		
PESO DEL MOLDE		gr	7,642.00			7,984.00			7,845.00		
PESO SUELO HÚM.		gr	3,970.00			3,860.00			3,633.00		
VOLUMEN DEL MOLDE		cm3	2,078.14			2,086.70			2,090.67		
DENSIDAD HÚMEDA		gr/cm3	1.91			1.85			1.74		
DENSIDAD SECA		gr/cm3	1.57			1.52			1.43		
Contenido de Humedad			Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final
TARRO Nº		Nro.	324	323	272	324	323	300	324	323	311
TARRO+SUELO HÚM.		gr	706.2	830.0	720.3	706.2	830.0	671.1	706.2	830.0	679.9
TARRO+SUELO SECO		gr	602.3	705.7	586.4	602.3	705.7	531.3	602.3	705.7	545.3
PESO DEL TARRO		gr	129.18	136.78	81.00	129.18	136.78	23.52	129.18	136.78	67.83
% DE HUMEDAD		%	21.96	21.85	26.49	21.96	21.85	27.53	21.96	21.85	28.19
HUMEDAD		%	21.90		26.49	21.90		27.53	21.90		28.19
ABSORCIÓN		%	4.59			5.63			6.29		
EXPANSIÓN											
DÍA		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		
			mm	%		mm	%		mm	%	
0		0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	
4		0.04	127.04	0.03%	0.05	127.05	0.04%	0.05	127.05	0.04%	
PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000		0.000	6.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630		0.025		0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02	0.04	0.04
1.270		0.050		0.07	0.07	0.04	0.17	0.17	0.09	0.20	0.20
1.900		0.075		0.22	0.22	0.11	0.35	0.35	0.18	0.34	0.34
2.540		0.100		0.44	0.44	0.23	0.55	0.55	0.28	0.44	0.44
3.170		0.125		0.67	0.67	0.35	0.73	0.73	0.38	0.51	0.51
3.810		0.150	10.35	0.89	0.89	0.46	0.90	0.90	0.46	0.56	0.56
4.445		0.175		1.10	1.10	0.57	1.06	1.06	0.55	0.62	0.62
5.080		0.200		1.31	1.31	0.68	1.22	1.22	0.63	0.66	0.66
7.620		0.300		2.00	2.00	1.03	1.73	1.73	0.89	0.80	0.80


 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285738
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"
 Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004
 Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO
 Exploración : SUBRASANTE KM 8+330
 Estrato/Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (1.5% MDS)

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
 Distrito : VINCHOS
 Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DATOS DEL ENSAYO			
Clasificación SUCS :	ML	LIMO Y TIPO GRAVA CON ARENA	AASHTO : A-4 (4)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) :	1.57	Óptimo Contenido de Humedad OCH % =	22.20
% Grava =	17.4	% Arena =	13.8
		% Finos =	68.8
		LL % =	31.1%
		LP % =	23.8%
Expansión % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0
		IP % =	7.2%
RESULTADOS DEL ENSAYO (01° DE PENETRACIÓN)			
CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 6.7		CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 4.9	
		CBR AL 90% MDS = -.-	




 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285733
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.	CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)	
	Pagina 1 de 2	

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Región/Provi: AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Distrito : VINCHOS

Exploración : SUBRASANTE KM 8+330

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Estrato/Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (4.5% MDS)

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

COMPACTACION DEL CBR												
MOLDE Nº		5 I			4 I			3 I				
CAPAS Nº		5			5			5				
GOLPES POR CAPA		56			26			12				
COND. DE LA MUESTRA		HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO				
PESO MOLDE+S. HÚM.		gr	11,731		11,512		11,318					
PESO DEL MOLDE		gr	7,682.00		7,642.00		7,587.00					
PESO SUELO HÚM.		gr	4,049.00		3,870.00		3,731.00					
VOLUMEN DEL MOLDE		cm3	2,107.53		2,101.14		2,118.22					
DENSIDAD HÚMEDA		gr/cm3	1.92		1.84		1.76					
DENSIDAD SECA		gr/cm3	1.57		1.51		1.44					
Contenido de Humedad			Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	
TARRO Nº		Nro.	35 I	116	325	35 I	116	330	35 I	116	316	
TARRO+SUELO HÚM.		gr	847.5	700.5	821.6	847.5	700.5	701.4	847.5	700.5	786.1	
TARRO+SUELO SECO		gr	716.4	588.9	687.3	716.4	588.9	586.4	716.4	588.9	635.8	
PESO DEL TARRO		gr	131.46	88.50	138.09	131.46	88.50	131.62	131.46	88.50	68.91	
% DE HUMEDAD		%	22.41	22.30	24.45	22.41	22.30	25.29	22.41	22.30	26.51	
HUMEDAD		%	22.36		24.45	22.36		25.29	22.36		26.51	
ABSORCIÓN		%	2.10			2.93			4.16			
EXPANSIÓN												
DÍA		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN			
			mm	%		mm	%		mm	%		
0		0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%		
4		0.03	127.03	0.02%	0.03	127.03	0.02%	0.04	127.04	0.03%		
PENETRACIÓN												
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE			
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	
0.000		0.000	6.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.630		0.025		0.41	0.41	0.21	0.44	0.44	0.23	0.51	0.51	0.26
1.270		0.050		0.84	0.84	0.43	0.81	0.81	0.42	0.85	0.85	0.44
1.900		0.075		1.22	1.22	0.63	1.08	1.08	0.56	1.04	1.04	0.54
2.540		0.100		1.58	1.58	0.82	1.34	1.34	0.69	1.21	1.21	0.63
3.170		0.125	10.35	1.92	1.92	0.99	1.56	1.56	0.81	1.37	1.37	0.71
3.810		0.150		2.24	2.24	1.16	1.79	1.79	0.92	1.53	1.53	0.79
4.445		0.175		2.53	2.53	1.31	2.00	2.00	1.03	1.68	1.68	0.87
5.080		0.200		2.79	2.79	1.44	2.19	2.19	1.13	1.82	1.82	0.94
7.620		0.300		3.73	3.73	1.93	2.86	2.86	1.48	2.29	2.29	1.18

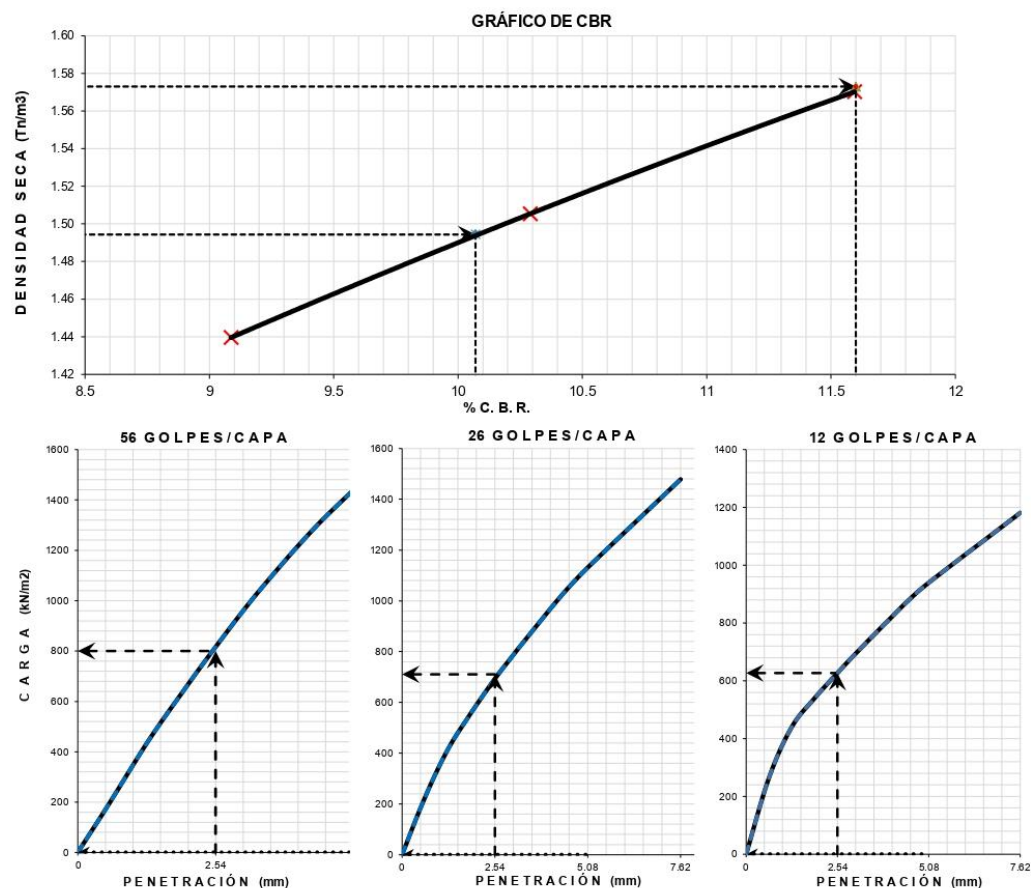

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

	CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)	
		Página 2 de 2

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"
 Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004
 Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO
 Exploración : SUBRASANTE KM 8+330
 Estrato/Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (4.5% MDS)

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
 Distrito : VINCHOS
 Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DATOS DEL ENSAYO					
Clasificación SUCS :		ML	LIMO Y TIPO GRAVA CON ARENA		AASHTO : A-4 (4)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m3) :		1.57	Óptimo Contenido de Humedad OCH % =		27.00
% Grava =	17.4	% Arena =	13.8	% Finos =	68.8
Expansión % =		0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % = 7.2%
RESULTADOS DEL ENSAYO (01° DE PENETRACIÓN)					
CBR AL 100% DE MDS (0.1") =		11.6	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") =		10.1
			CBR AL 90% MDS =		.-




 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

	CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)	
	Pagina 1 de 2	

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO – 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Región/Provi : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Distrito : VINCHOS

Exploración : SUBRASANTE KM 8+330

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Estrato/Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (3.0% MDS)

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

COMPACTACION DEL CBR											
MOLDE Nº			40			30			33		
CAPAS Nº			5			5			5		
GOLPES POR CAPA			56			26			12		
COND. DE LA MUESTRA			HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO		
PESO MOLDE+S. HÚM.		gr	11,376			11,570			11,305		
PESO DEL MOLDE		gr	7,355.00			7,684.00			7,638.00		
PESO SUELO HÚM.		gr	4,021.00			3,886.00			3,667.00		
VOLUMEN DEL MOLDE		cm3	2,095.53			2,116.40			2,115.97		
DENSIDAD HÚMEDA		gr/cm3	1.92			1.84			1.73		
DENSIDAD SECA		gr/cm3	1.58			1.51			1.42		
Contenido de Humedad			Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final
TARRO Nº	Nro.		115	358	328	115	358	337	115	358	339
TARRO+SUELO HÚM.	gr		567.8	792.8	809.9	567.8	792.8	684.1	567.8	792.8	841.9
TARRO+SUELO SECO	gr		482.3	675.6	677.6	482.3	675.6	574.2	482.3	675.6	697.5
PESO DEL TARRO	gr		87.87	139.27	131.32	87.87	139.27	136.50	87.87	139.27	134.06
% DE HUMEDAD	%		21.68	21.85	24.22	21.68	21.85	25.11	21.68	21.85	25.63
HUMEDAD		%	21.76		24.22	21.76		25.11	21.76		25.63
ABSORCIÓN		%	2.45			3.35			3.86		
EXPANSIÓN											
DÍA		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		
			mm	%		mm	%		mm	%	
0		0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	
4		0.03	127.03	0.02%	0.04	127.04	0.03%	0.04	127.04	0.03%	
PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000		0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630		0.025	0.13	0.13	0.07	0.20	0.20	0.10	0.29	0.29	0.15
1.270		0.050	0.36	0.36	0.19	0.44	0.44	0.23	0.56	0.56	0.29
1.900		0.075	0.67	0.67	0.35	0.70	0.70	0.36	0.79	0.79	0.41
2.540		0.100	1.01	1.01	0.52	0.95	0.95	0.49	0.98	0.98	0.51
3.170		0.125	1.32	1.32	0.68	1.18	1.18	0.61	1.15	1.15	0.60
3.810		0.150	1.62	1.62	0.84	1.42	1.42	0.73	1.32	1.32	0.68
4.445		0.175	1.90	1.90	0.98	1.63	1.63	0.84	1.48	1.48	0.76
5.080		0.200	2.15	2.15	1.11	1.81	1.81	0.93	1.61	1.61	0.83
7.620		0.300	3.03	3.03	1.57	2.45	2.45	1.27	2.06	2.06	1.06

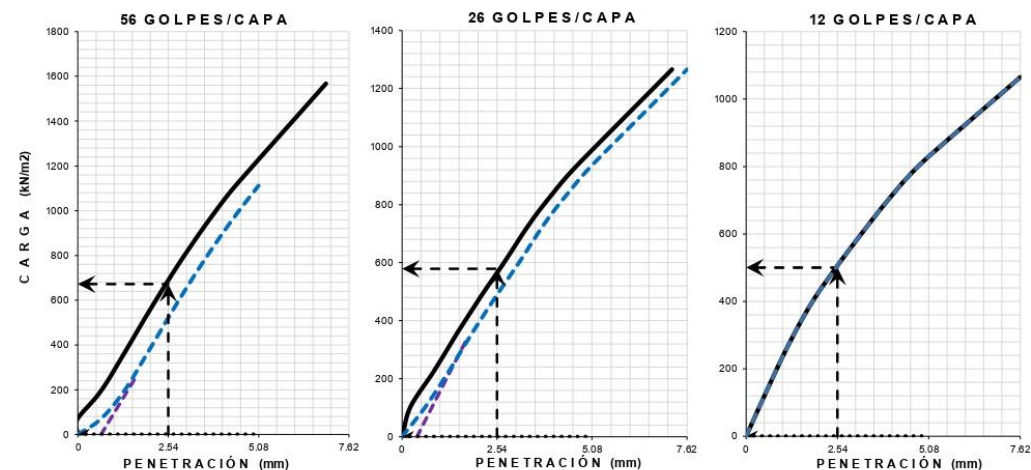
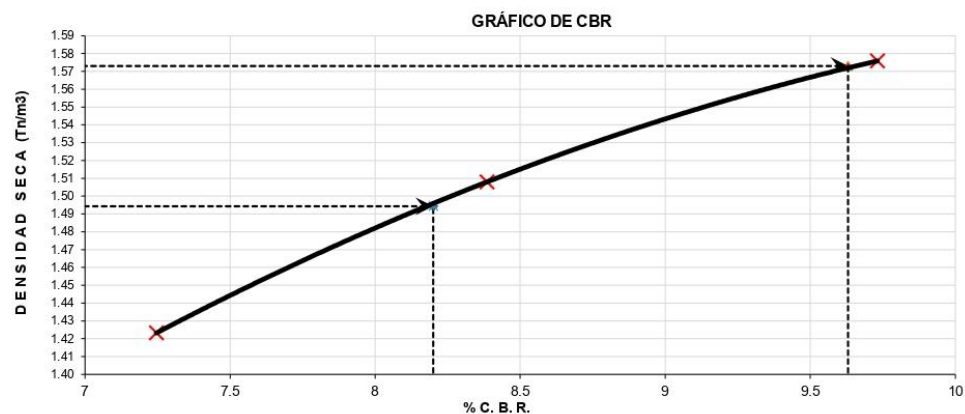

**CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.**
 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

	CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)	
		Página 2 de 2

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"
 Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004
 Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO
 Exploración : SUBRASANTE KM 8+330
 Estrato/Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (3.0% MDS)

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
 Distrito : VINCHOS
 Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DATOS DEL ENSAYO					
Clasificación SUCS :	ML	LIMO Y TIPO GRAVA CON ARENA		AASHTO :	A-4 (4)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m3) :	1.57	Óptimo Contenido de Humedad OCH % =		25.30	
% Grava =	17.4	% Arena =	13.8	% Finos =	68.8
				LL % =	31.1%
Expansión % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % =	7.2%
				LP % =	23.8%
RESULTADOS DEL ENSAYO (01° DE PENETRACIÓN)					
CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 9.6		CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 8.2		CBR AL 90% MDS = -.-	




CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO METODO B (MTC E 1103, MTC E 1101)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO – 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Región/Prov: AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Distrito : VINCHOS

Exploración : SUBRASANTE KM 8+330

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DATOS DE LA MUESTRA

Clasificación SUCS : ML LIMO Y TIPO GRAVA CON ARENA

Clasificación AASHTO : A-4 (4) MDS = 1.57 gr/cm³ OCH = 21.70 %

% Retenido acumulado malla N° 4 : 17.38 % Pasa acumulado malla N° 4 : 82.62

DATOS DEL MOLDEO

PORCENTAJE DE ADITIVO (CENIZA DE HOJA DE COCA)			0.0					
MOLDE N°			1	2	3			
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr		1,658	1,674	1,676			
PESO DEL MOLDE	gr		601.00	602.50	601.90			
PESO SUELO HÚM.	gr		1,056.51	1,071.83	1,073.94			
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³		561.98	563.79	561.00			
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³		1.88	1.90	1.91			
HUMEDAD	TARRO	Nro.	21	12	99			
TARRO+SUELO HÚM.	gr		587.17	586.53	659.01			
TARRO+SUELO SECO	gr		508.94	500.55	548.77			
PESO DEL TARRO	gr		137.42	104.84	22.63			
% DE HUMEDAD	%		21.06	21.73	20.95			
DENSIDAD SECA	gr/cm ³		1.55	1.56	1.58			

ENSAYO DE COMPRESION

EDAD	días	7	7	7				
DIAMETRO PROMEDIO	mm	71.2	71.1	71.2				
ALTURA	mm	141.1	142.0	140.9				
RELACION H/D		1.98	2.00	1.98				
FACTOR DE CORRECCION		1.00	1.00	1.00				
LECTURA DE ENSAYO	kN	0.8	1.0	1.0				
RESISTENCIA FC	kg/cm ²	2.0	2.7	2.4				
RESISTENCIA PROM	kg/cm²	2.4						
RESISTENCIA PROM	MPa	0.2						

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

 CASAGRANDE GEOTÉCNICA Y CONCRETO	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO METODO B (MTC E 1103, MTC E 1101)
---	---

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO – 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Región/Prov.: AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Distrito : VINCHOS

Exploración : SUBRASANTE KM 8+330

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DATOS DE LA MUESTRA

Clasificación SUCS : ML LIMO Y TIPO GRAVA CON ARENA

Clasificación AASHTO : A-4 (4)

% Retenido acumulado malla N° 4 : 17.38

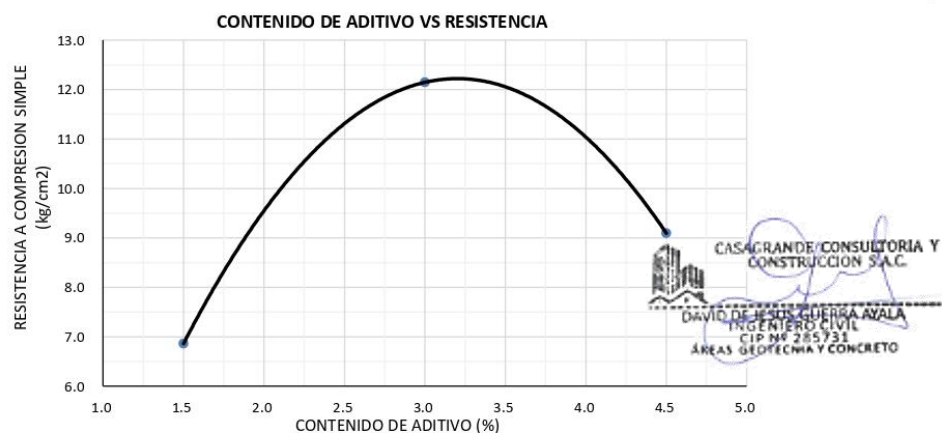
% Pasa acumulado malla N° 4 : 82.62

DATOS DEL MOLDEO									
------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PORCENTAJE DE ADITIVO (CENIZA DE HOJA DE COCA)			1.5			3.0			4.5		
MOLDE N°			1	2	3	4	5	6	7	8	9
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr		1,673	1,681	1,664	1,689	1,689	1,702	1,697	1,689	1,687
PESO DEL MOLDE	gr		601.00	602.50	601.90	600.80	602.40	601.30	600.80	601.40	602.30
PESO SUELO HÚM.	gr		1,071.86	1,078.11	1,061.68	1,087.86	1,086.77	1,100.22	1,096.65	1,087.17	1,084.44
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3		560.38	564.19	564.18	574.45	570.42	575.30	575.35	559.42	555.49
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3		1.91	1.91	1.88	1.89	1.91	1.91	1.91	1.94	1.95
HUMEDAD	TARRO	Nro.	14	321	458	47	185	136	441	169	19
TARRO+SUELO HÚM.	gr		669.49	668.77	751.41	589.71	598.29	673.64	571.45	568.48	577.28
TARRO+SUELO SECO	gr		576.32	568.05	617.44	495.29	508.60	565.29	494.32	481.01	468.42
PESO DEL TARRO	gr		156.68	119.54	25.81	73.69	105.11	72.89	142.10	97.35	15.37
% DE HUMEDAD	%		22.20	22.46	22.64	22.40	22.23	22.00	21.90	22.80	24.03
DENSIDAD SECA	gr/cm3		1.57	1.56	1.53	1.55	1.56	1.57	1.56	1.58	1.57

ENSAYO DE COMPRESION									
----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

EDAD	días	7	7	7	7	7	7	7	7	7
DIAMETRO PROMEDIO	mm	71.2	71.1	71.2	72.1	72.0	72.0	71.8	71.1	70.9
ALTURA	mm	140.7	142.1	141.7	140.7	140.1	141.3	142.1	140.9	140.7
RELACION H/D		1.98	2.00	1.99	1.95	1.95	1.96	1.98	1.98	1.98
FACTOR DE CORRECCION		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
LECTURA DE ENSAYO	kN	2.6	2.6	2.9	5.0	5.4	4.3	3.1	3.8	3.8
RESISTENCIA FC	kg/cm2	6.5	6.8	7.3	12.3	13.4	10.7	7.8	9.7	9.8
RESISTENCIA PROM	kg/cm2	6.9			12.1			9.1		
RESISTENCIA PROM	MPa	0.7			1.2			0.9		



ANEXO 1.3
CALICATA C-03
KM 9+620



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

LIMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE LA MALLA N° 40)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Exploración : SUBRASANTE KM 9 + 620

Estrato / Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (0.0% MDS)

Región/Provinc : AYACUCHO / HUAMANGA

Distrito : VINCHOS

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)

	RECIPIENTE	Nº	198	178		
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr	36.669	36.740		
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	34.849	34.909		
3	PESO RECIPIENTE	gr	26.948	26.540		
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	1.82	1.83		
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	7.90	8.37		
6	HUMEDAD	%	23.03%	21.88%		

LIMITE PLÁSTICO

%

22.5%

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)

			PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO			UNIPUNTO
	RECIPIENTE	Nº	49	78	126	
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr	42.544	41.667	41.361	
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	39.440	38.613	38.297	
3	PESO RECIPIENTE	gr	26.755	26.540	26.642	
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	3.104	3.054	3.064	
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	12.685	12.073	11.654	
6	HUMEDAD	%	24.47%	25.29%	26.29%	
7	NUMERO DE GOLPES	Nº	35	24	15	

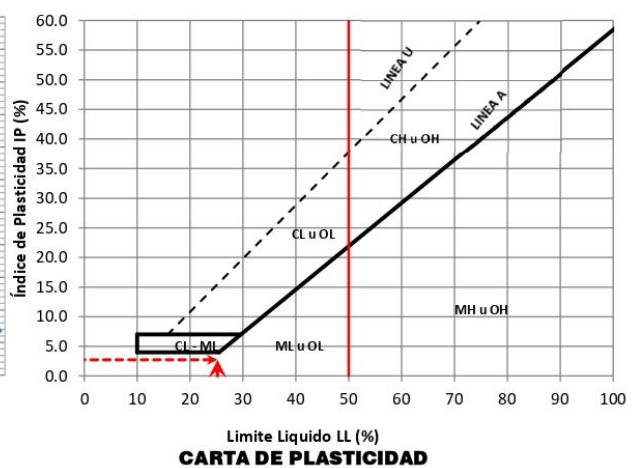
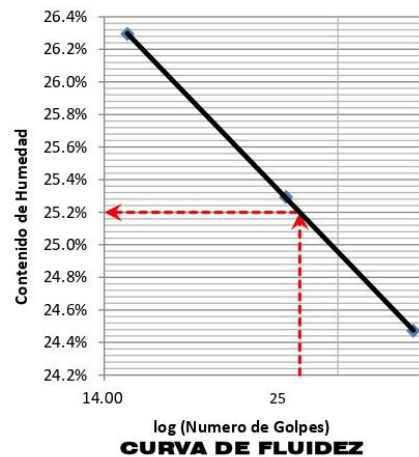
LIMITE LIQUIDO

%

25.2%

ÍNDICE PLÁSTICO (%) $IP=LL-LP=$

2.7%



CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 255731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

LIMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE LA MALLA N° 40)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Región/Provinc : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Distrito : VINCHOS

Exploración : SUBRASANTE KM 9+620

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Estrato / Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (1.5% MDS)

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)

	RECIPIENTE	Nº				
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr				
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr				
3	PESO RECIPIENTE	gr				
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr				
5	PESO SECO (2)-(4)	gr				
6	HUMEDAD	%				

LIMITE PLÁSTICO

%

NP

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)

			PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO	UNIPUNTO
	RECIPIENTE	Nº		
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr		
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr		
3	PESO RECIPIENTE	gr		
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr		
5	PESO SECO (2)-(4)	gr		
6	HUMEDAD	%		
7	NUMERO DE GOLPES	Nº		

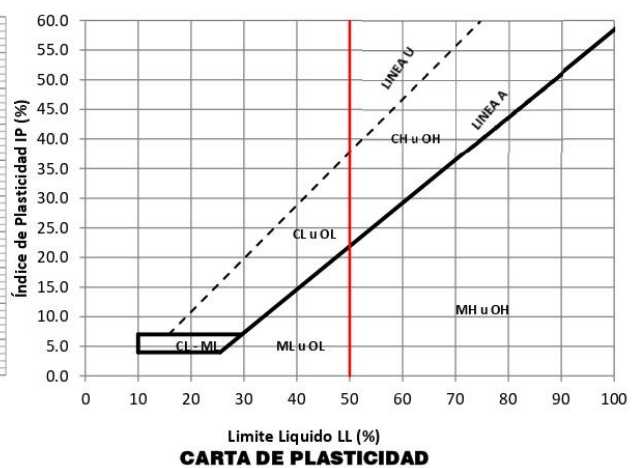
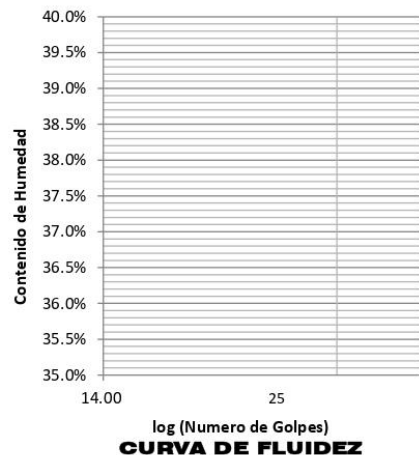
LIMITE LIQUIDO

%

NP

ÍNDICE PLÁSTICO (%) $IP = LL - LP =$

NP



CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

LIMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE LA MALLA N° 40)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Exploración : SUBRASANTE KM 9 +620

Estrato / Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (3.0% MDS)

Región/Provinc : AYACUCHO / HUAMANGA

Distrito : VINCHOS

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)

	RECIPIENTE	Nº				
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr				
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr				
3	PESO RECIPIENTE	gr				
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr				
5	PESO SECO (2)-(4)	gr				
6	HUMEDAD	%				

LIMITE PLÁSTICO

%

NP

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)

			PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO		UNIPUNTO
	RECIPIENTE	Nº			
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr			
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr			
3	PESO RECIPIENTE	gr			
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr			
5	PESO SECO (2)-(4)	gr			
6	HUMEDAD	%			
7	NUMERO DE GOLPES	Nº			

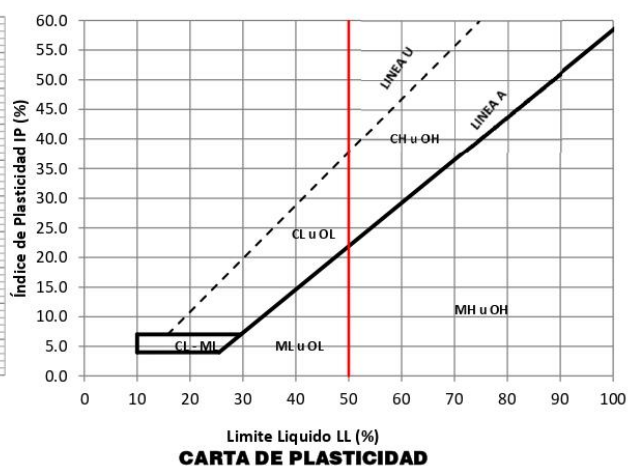
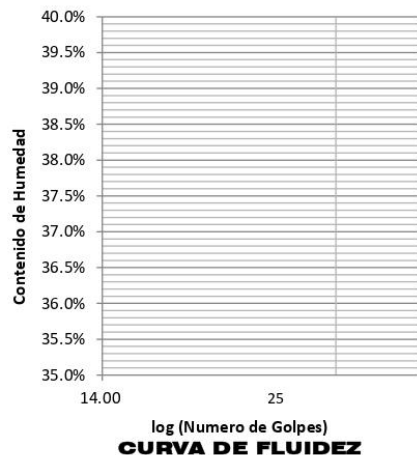
LIMITE LIQUIDO

%

NP

ÍNDICE PLÁSTICO (%) $IP=LL-LP=$

NP



CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

LIMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE LA MALLA N° 40)

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Región/Provinc : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Distrito : VINCHOS

Exploración : SUBRASANTE KM 9+620

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Estrato / Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (4.5% MDS)

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)

	RECIPIENTE	Nº				
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr				
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr				
3	PESO RECIPIENTE	gr				
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr				
5	PESO SECO (2)-(4)	gr				
6	HUMEDAD	%				

LIMITE PLÁSTICO

%

NP

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)

			PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO			UNIPUNTO
	RECIPIENTE	Nº				
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr				
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr				
3	PESO RECIPIENTE	gr				
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr				
5	PESO SECO (2)-(4)	gr				
6	HUMEDAD	%				
7	NUMERO DE GOLPES	Nº				

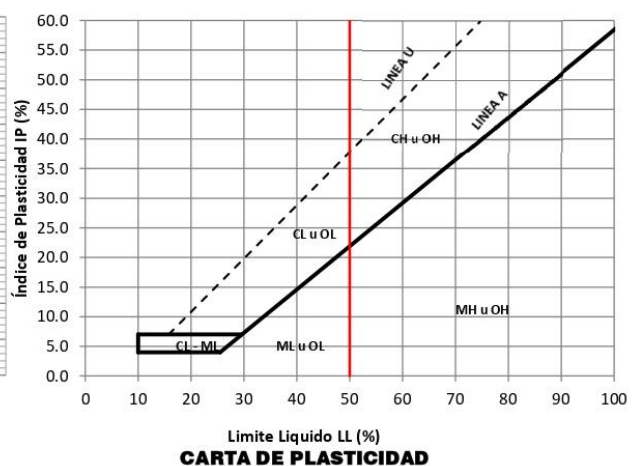
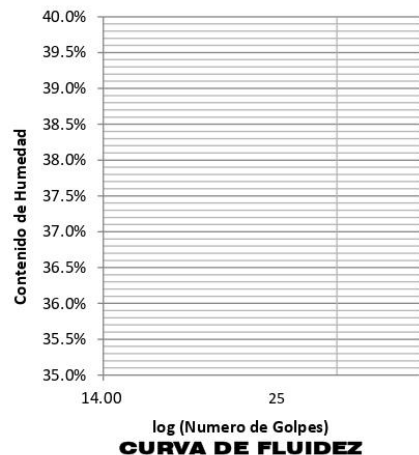
LIMITE LIQUIDO

%

NP

ÍNDICE PLÁSTICO (%) $IP = LL - LP =$

NP



CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AVILA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO (MTC E 107)

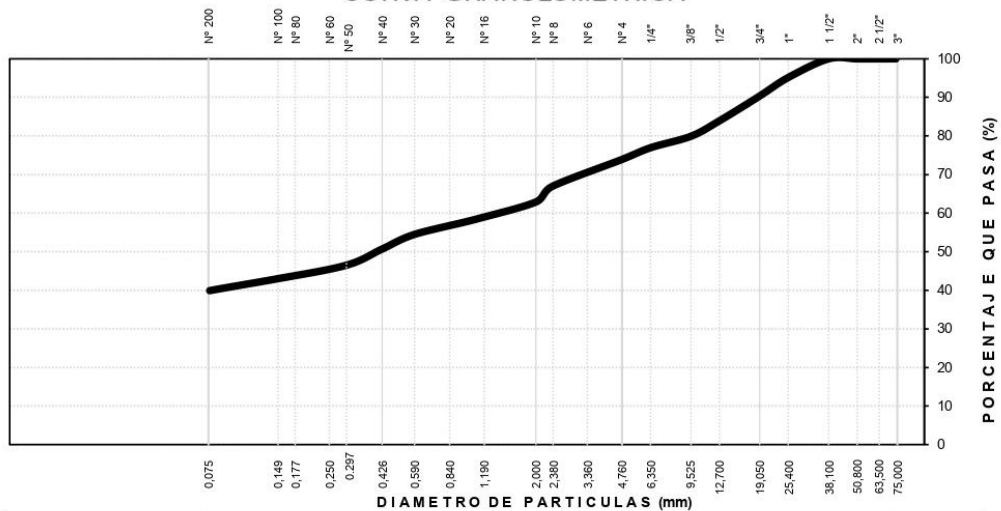
Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004
Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO
Exploración : SUBRASANTE KM 9+620
Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
Distrito : VINCHOS
Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	75.000	-	-	100.00	ENSAYOS ESTÁNDAR
	2 1/2"	63.500	-	-	100.00	Peso seco inicial (gr) 3055.3
	2"	50.800	-	-	100.00	Peso seco lavado (gr) 1835.7
	1 1/2"	38.100	-	-	100.00	Pérdida por lavado (gr) 1219.7
	1"	25.400	148.31	4.85	95.15	
	3/4"	19.000	148.66	4.87	90.28	% Grava 26.1
	1/2"	12.700	194.33	6.36	83.92	% Grava gruesa 9.7
	3/8"	9.500	123.23	4.03	79.89	% Grava fina 16.4
	1/4"	6.350	90.21	2.95	76.93	% Arena 34.0
	Nº 4	4.760	93.41	3.06	73.88	% Arena gruesa 11.0
	Nº 8	2.360	213.64	6.99	66.88	% Arena media 12.2
	Nº 10	2.000	122.53	4.01	62.87	% Arena fina 10.7
	Nº 16	1.100	135.66	4.44	58.43	% de Finos 39.9
	Nº 30	0.590	121.26	3.97	54.47	D ₁₀ = D _{e(mm)} = 0.0188
	Nº 40	0.425	116.58	3.82	50.65	D _{30(mm)} = 0.0564
	Nº 50	0.297	127.74	4.18	46.47	D _{60(mm)} = 1.4173
	Nº 100	0.149	106.22	3.48	42.99	Cu = -.-
	Nº 200	0.075	93.89	3.07	39.92	Cc = -.-
	Lavado		1,219.7	39.92	100.00	
	TOTAL		3055.3	100.0		
ARENA LIMOSA CON GRAVA						
CLASIFICACIÓN						
AASHTO A-4 (0)						
Clasificación SUCS SM						

CURVA GRANULOMÉTRICA



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLON. /BLOQ.
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

 CASAGRANDE CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.	CONTENIDO DE HUMEDAD PARA SUELOS (MTC E 108)
---	---

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO – 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Región/Prov. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Distrito : VINCHOS

Exploración : SUBRASANTE KM 9+620

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD			
RECIPIENTE	Nº	66	97
PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	1,326.79	1,294.32
PESO SUELO SECO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	1,153.98	1,117.94
PESO RECIPIENTE	gr	133.74	85.60
PESO AGUA EN LA MUESTRA	gr	172.82	176.38
PESO SECO DE LA MUESTRA	gr	1,020.24	1,032.34
HUMEDAD	%	16.9%	17.1%
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	17.0%	


 CASAGRANDE CONSULTORIA Y
 CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESUS GUERRA AZALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.	ENSAYO DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO (MTC E 206, E 113)
---	---

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO – 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004 Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
 Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO Distrito : VINCHOS
 Exploración : SUBRASANTE KM 9+620 Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
 Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N°4 (MTC E 206)				
IDENTIFICACION		ENSAYO N°01	ENSAYO N°02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca	gr	2174.81	2174.81	
Peso en el aire de la muestra SSS	gr	2204.07	2204.07	
Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	gr	1351.74	1351.73	
Gravedad Especifica		2.552	2.552	2.552
Gravedad Especifica SSS		2.586	2.586	2.586
Gravedad Especifica Aparente		2.642	2.642	2.642
% de absorción	%	1.345	1.345	1.345

MATERIAL PASANTE LA MALLA N°4 (MTC E 113)				
IDENTIFICACIÓN		MUESTRA 01	MUESTRA 02	PROMEDIO
Capacidad de Picnómetro	cm3	500	500	2.638
Peso de la muestra seca	gr	96.99	96.16	
Peso de Picnómetro con la muestra y agua	gr	725.44	730.99	
Peso de Picnómetro aforado lleno de agua	gr	665.21	671.23	
Temperatura del agua en el ensayo	°C	23	24	
Corrección por temperatura (K)		0.9993	0.9991	
Gravedad específica de la muestra		2.637	2.639	

Porcentaje Retenido en la Malla N°4 (%)	26.1
Porcentaje que pasa la Malla N°4 (%)	73.9
Gravedad específica de los sólidos	2.639


**CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.**
 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285738
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

	COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)

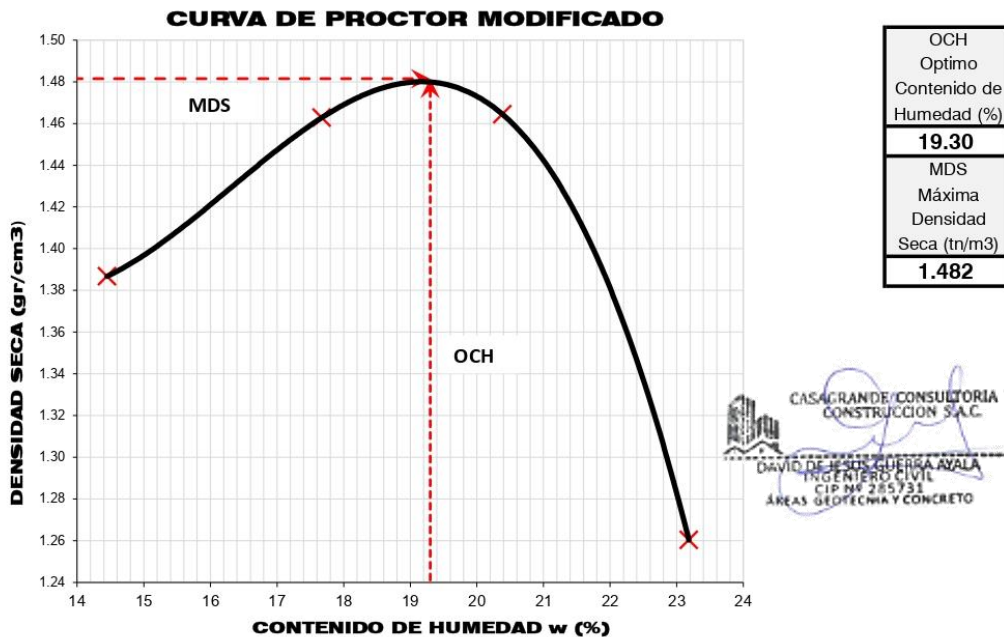
Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO – 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004	Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO	Distrito : VINCHOS
Exploración : SUBRASANTE KM 9+620	Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO	Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DATOS DEL ENSAYO					
Clasificación SUCS :	SM ARENA LIMOSA CON GRAVA			METODO C	
Clasificación AASHTO :	A-4 (0)	Capas :	5.00	Golpes/Capa	56
% Retenido acumulado malla N° 4 :	26.1	Material Pasante a usar	PASA 3/4	"	
% Retenido acumulado malla 3/8" :	20.1	Molde (Pulg)	6	Código	M4
% Retenido acumulado malla 3/4" :	9.7	Peso Molde (gr) :	4105.00	Vol.(cm3) :	939.81

ENSAYO DE COMPACTACIÓN					
Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5,597	5,723	5,762	5,564
Peso de la muestra compactada	gr	1,491.6	1,617.7	1,656.8	1,459.2
Densidad húmeda	gr/cc	1.59	1.72	1.76	1.55
Densidad seca	gr/cc	1.39	1.46	1.46	1.26

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Tarro N°		25.0	50.0	45.0	73.0
Peso tarro + suelo húmedo	gr	549.79	737.82	547.35	673.87
Peso de tarro + suelo seco	gr	488.75	636.79	465.04	559.82
Peso del tarro	gr	66.35	65.09	61.21	67.80
Peso del agua	gr	61.04	101.03	82.31	114.06
Peso del suelo seco	gr	422.41	571.71	403.83	492.01
Contenido de humedad	%	14.45	17.67	20.38	23.18



 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.	CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)	
	Pagina 1 de 2	

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO – 2023"
 Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004
 Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO
 Exploración : SUBRASANTE KM 9+620
 Estrato/Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (0.0% MDS)

Región/Provi: AYACUCHO / HUAMANGA
 Distrito : VINCHOS
 Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

COMPACTACION DEL CBR											
MOLDE Nº		35			30			39			
CAPAS Nº		5			5			5			
GOLPES POR CAPA		56			26			12			
COND. DE LA MUESTRA		HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO			
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	11,378			11,173			10,938			
PESO DEL MOLDE	gr	7,677.00			7,684.00			7,575.00			
PESO SUELO HÚM.	gr	3,701.00			3,489.00			3,363.00			
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2,105.77			2,116.40			2,100.59			
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	1.76			1.65			1.60			
DENSIDAD SECA		1.48			1.38			1.34			
Contenido de Humedad		Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	
TARRO Nº	Nro.	359	118	313	359	118	337	359	118	315	
TARRO+SUELO HÚM.	gr	701.7	702.3	772.3	701.7	702.3	684.1	701.7	702.3	831.4	
TARRO+SUELO SECO	gr	610.1	594.1	648.4	610.1	594.1	583.7	610.1	594.1	682.4	
AGUA	gr	91.60	108.20	123.90	91.60	108.20	100.42	91.60	108.20	149.00	
PESO DEL TARRO	gr	131.16	23.22	65.04	131.16	23.22	136.50	131.16	23.22	67.20	
% DE HUMEDAD	%	19.13	18.95	21.24	19.13	18.95	22.46	19.13	18.95	24.22	
HUMEDAD		19.04		21.24	19.04		22.46	19.04		24.22	
ABSORCIÓN		2.20			3.42			5.18			
EXPANSIÓN											
DÍA		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		
			mm	%		mm	%		mm	%	
0		0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	
4		0.03	127.03	0.02%	0.03	127.03	0.02%	0.03	127.03	0.02%	
PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000	6.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.630	0.025		0.13	0.13	0.07	0.15	0.15	0.08	0.20	0.20	0.10
1.270	0.050		0.35	0.35	0.18	0.38	0.38	0.20	0.49	0.49	0.25
1.900	0.075		0.63	0.63	0.33	0.60	0.60	0.31	0.69	0.69	0.36
2.540	0.100		0.94	0.94	0.49	0.81	0.81	0.42	0.83	0.83	0.43
3.170	0.125	10.35	1.23	1.23	0.64	0.99	0.99	0.51	0.95	0.95	0.49
3.810	0.150		1.50	1.50	0.78	1.14	1.14	0.59	1.05	1.05	0.55
4.445	0.175		1.76	1.76	0.91	1.30	1.30	0.67	1.15	1.15	0.59
5.080	0.200		1.99	1.99	1.03	1.44	1.44	0.75	1.24	1.24	0.64
7.620	0.300		2.77	2.77	1.43	1.93	1.93	1.00	1.55	1.55	0.80

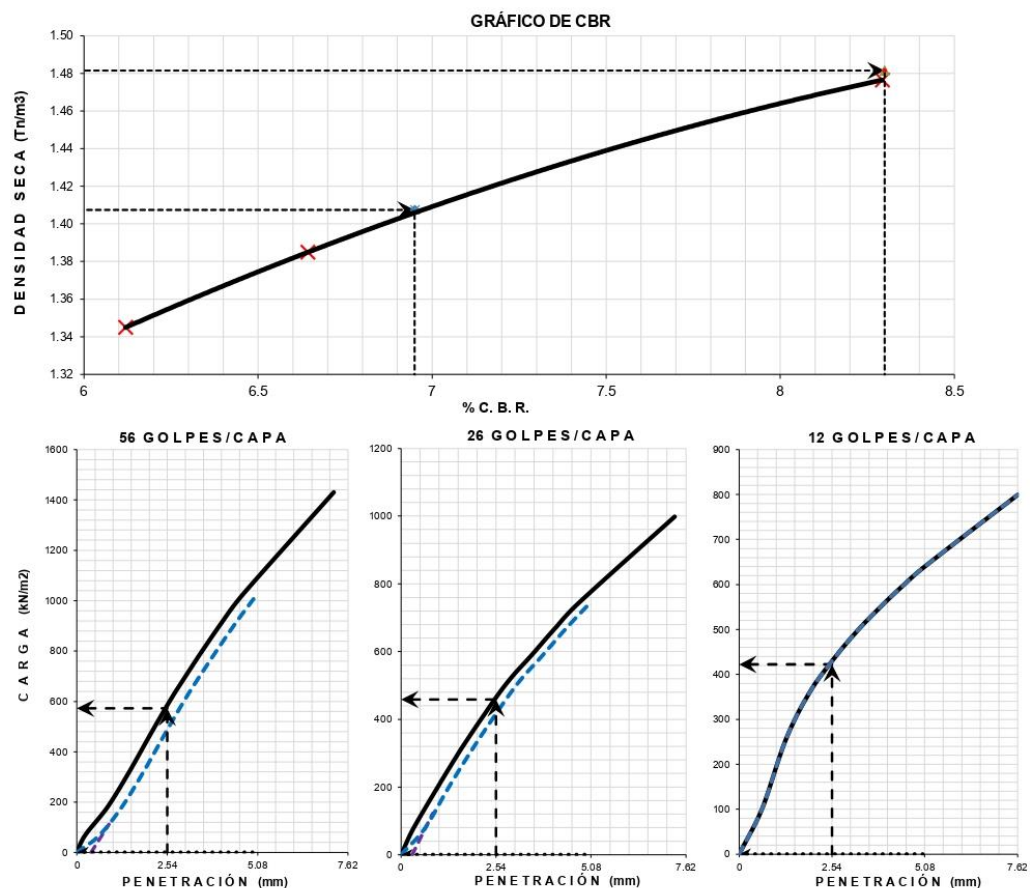

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"
 Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004
 Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO
 Exploración : SUBRASANTE KM 9+620
 Estrato/Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (0.0% MDS)

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
 Distrito : VINCHOS
 Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DATOS DEL ENSAYO				
Clasificación SUCS :	SM	ARENA LIMOSA CON GRAVA	AASHTO :	A-4 (0)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) :	1.48	Optimo Contenido de Humedad OCH % =	19.30	
% Grava =	26.1	% Arena =	34.0	% Finos = 39.9
		LL % =	25.2%	LP % = 22.5%
Expansión % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % = 2.7%

RESULTADOS DEL ENSAYO (01° DE PENETRACIÓN)		
CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 8.3	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 7.0	CBR AL 90% MDS = -.-




**CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.**
 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.	CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)	
Pagina 1 de 2		

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"
 Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004 Región/Provi : AYACUCHO / HUAMANGA
 Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO Distrito : VINCHOS
 Exploración : SUBRASANTE KM 9+620 Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
 Dosis : CENIZA DE HOJA DE COCA (1.5% MDS) Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

COMPACTACION DEL CBR										
MOLDE Nº		25			10			4		
CAPAS Nº		5			5			5		
GOLPES POR CAPA		56			26			12		
COND. DE LA MUESTRA		HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO		
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	10,600			11,349			10,908		
PESO DEL MOLDE	gr	6,871.00			7,866.00			7,711.00		
PESO SUELO HÚM.	gr	3,729.00			3,483.00			3,197.00		
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2,098.30			2,094.63			2,099.38		
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³	1.78			1.66			1.52		
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	1.48			1.39			1.27		
Contenido de Humedad		Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final
TARRO Nº	Nro.	337	322	314	337	322	255	337	322	317
TARRO+SUELO HÚM.	gr	535.6	581.4	781.6	535.6	581.4	742.6	535.6	581.4	751.9
TARRO+SUELO SECO	gr	469.9	505.8	644.6	469.9	505.8	618.4	469.9	505.8	611.6
PESO DEL TARRO	gr	136.50	133.35	65.95	136.50	133.35	96.77	136.50	133.35	66.70
% DE HUMEDAD	%	19.71	20.30	23.68	19.71	20.30	23.81	19.71	20.30	25.75
HUMEDAD	%	20.00		23.68	20.00		23.81	20.00		25.75
ABSORCIÓN	%	3.67			3.81			5.75		

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.02	127.02	0.02%	0.03	127.03	0.02%	0.03	127.03	0.02%

PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE	
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)
0.000	0.000		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025		0.09	0.09	0.05	0.13	0.13	0.07	0.15	0.15
1.270	0.050		0.29	0.29	0.15	0.45	0.45	0.23	0.54	0.54
1.900	0.075		0.61	0.61	0.31	0.80	0.80	0.41	0.86	0.86
2.540	0.100	6.9	1.03	1.03	0.53	1.21	1.21	0.63	1.09	1.09
3.170	0.125		1.48	1.48	0.77	1.56	1.56	0.81	1.26	1.26
3.810	0.150		1.91	1.91	0.99	1.89	1.89	0.98	1.40	1.40
4.445	0.175		2.29	2.29	1.18	2.17	2.17	1.12	1.52	1.52
5.080	0.200	10.35	2.64	2.64	1.36	2.43	2.43	1.25	1.62	1.62
7.620	0.300		3.78	3.78	1.95	3.26	3.26	1.69	1.95	1.95

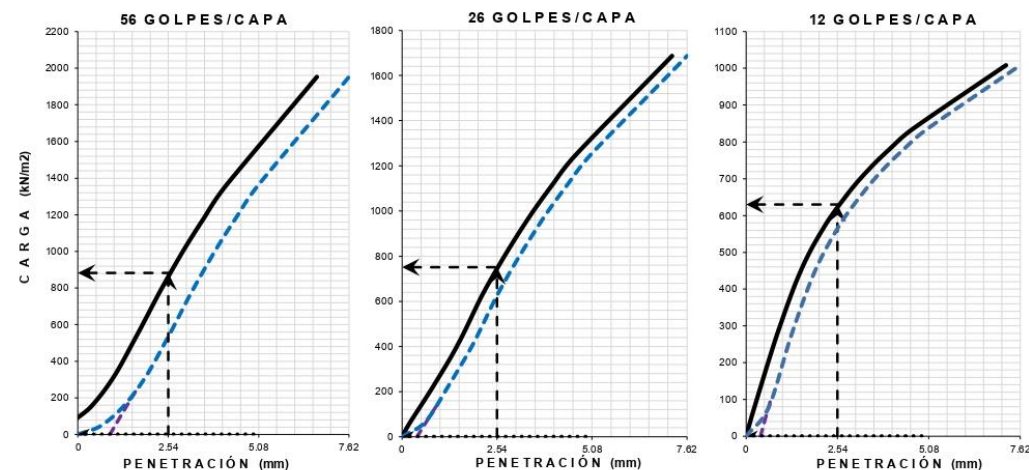
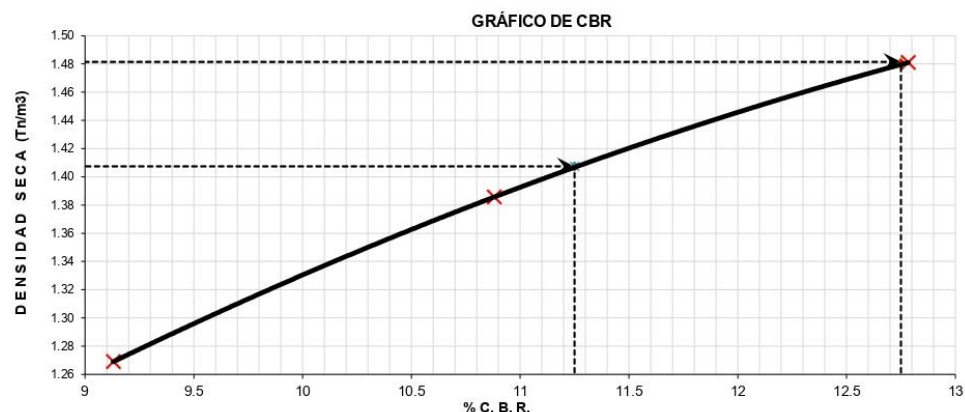

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESUS GUERRA AVILA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

	CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)	
		Página 2 de 2

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"
 Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004
 Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO
 Exploración : SUBRASANTE KM 9+620
 Dosis : CENIZA DE HOJA DE COCA (1.5% MDS)

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
 Distrito : VINCHOS
 Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DATOS DEL ENSAYO					
Clasificación SUCS :		SM		ARENA LIMOSA CON GRAVA	
AASHTO :		A-4 (0)			
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m3) :		1.48		Óptimo Contenido de Humedad OCH % = 21.90	
% Grava = 26.1		% Arena = 34.0		% Finos = 39.9	
				LL % = 25.2%	
				LP % = 22.5%	
Expansión % =		0.04%		Embebido (días) = 4.0	
				IP % = 2.7%	
RESULTADOS DEL ENSAYO (01° DE PENETRACIÓN)					
CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 12.8		CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 11.3		CBR AL 90% MDS = -.-	



CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

 CASAGRANDE CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.	CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)	
		Pagina 1 de 2

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"
 Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004
 Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO
 Exploración : SUBRASANTE KM 9+620
 Estrato/Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (3.0% MDS)

Región/Provi: AYACUCHO / HUAMANGA
 Distrito : VINCHOS
 Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

COMPACTACION DEL CBR											
MOLDE Nº		15			25			12			
CAPAS Nº		5			5			5			
GOLPES POR CAPA		56			26			12			
COND. DE LA MUESTRA		HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO			
PESO MOLDE+S. HÚM.		gr	11,425			10,483			11,078		
PESO DEL MOLDE		gr	7,663.00			6,871.00			7,811.00		
PESO SUELO HÚM.		gr	3,762.00			3,612.00			3,267.00		
VOLUMEN DEL MOLDE		cm3	2,114.15			2,098.30			2,110.84		
DENSIDAD HÚMEDA		gr/cm3	1.78			1.72			1.55		
DENSIDAD SECA		gr/cm3	1.48			1.43			1.29		
Contenido de Humedad			Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final
TARRO Nº		Nro.	333	336	272	333	336	251	333	336	250
TARRO+SUELO HÚM.		gr	616.1	643.2	720.3	616.1	643.2	690.1	616.1	643.2	798.0
TARRO+SUELO SECO		gr	533.1	557.4	596.9	533.1	557.4	571.0	533.1	557.4	654.6
PESO DEL TARRO		gr	128.00	133.35	81.00	128.00	133.35	84.15	128.00	133.35	96.54
% DE HUMEDAD		%	20.49	20.23	23.92	20.49	20.23	24.46	20.49	20.23	25.70
HUMEDAD		%	20.36		23.92	20.36		24.46	20.36		25.70
ABSORCIÓN		%	3.56			4.10			5.34		

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.01	127.01	0.01%	0.01	127.01	0.01%	0.01	127.01	0.01%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000	6.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025		0.26	0.26	0.14	0.40	0.40	0.21	0.52	0.52	0.27
1.270	0.050		0.79	0.79	0.41	1.22	1.22	0.63	1.57	1.57	0.81
1.900	0.075		1.40	1.40	0.72	1.71	1.71	0.88	1.88	1.88	0.97
2.540	0.100		2.03	2.03	1.05	2.20	2.20	1.14	2.16	2.16	1.12
3.170	0.125	10.35	2.72	2.72	1.41	2.63	2.63	1.36	2.38	2.38	1.23
3.810	0.150		3.44	3.44	1.78	3.10	3.10	1.60	2.56	2.56	1.32
4.445	0.175		3.82	3.82	1.97	3.39	3.39	1.75	2.73	2.73	1.41
5.080	0.200		3.82	3.82	1.97	3.46	3.46	1.79	2.87	2.87	1.48
7.620	0.300		3.82	3.82	1.97	3.67	3.67	1.90	3.31	3.31	1.71

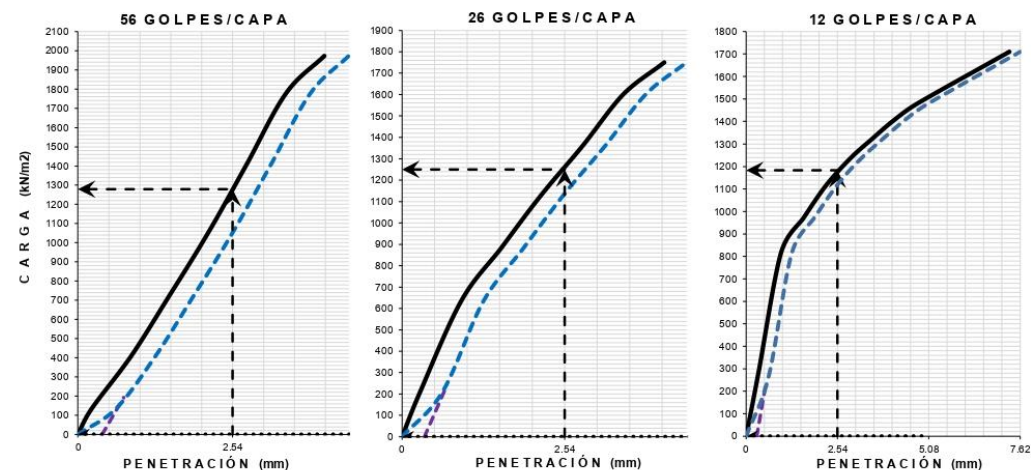
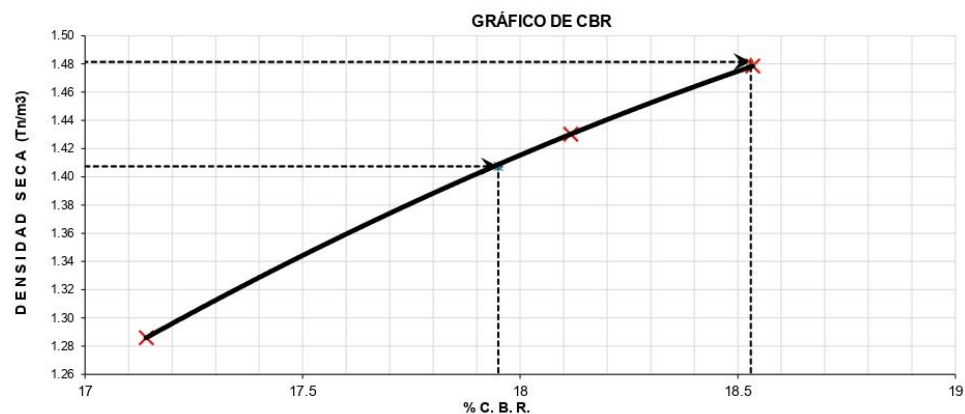

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
 DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

	CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)	
		Pagina 2 de 2

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"
 Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004
 Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO
 Exploración : SUBRASANTE KM 9+620
 Estrato/Nivel : CENIZA DE HOJA DE COCA (3.0% MDS)

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
 Distrito : VINCHOS
 Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DATOS DEL ENSAYO					
Clasificación SUCS :	SM	ARENA LIMOSA CON GRAVA		AASHTO :	A-4 (0)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) :	1.48	Óptimo Contenido de Humedad OCH % =		28.60	
% Grava =	26.1	% Arena =	34.0	% Finos =	39.9
				LL % =	25.2%
				LP % =	22.5%
Expansión % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % =	2.7%
RESULTADOS DEL ENSAYO (01° DE PENETRACIÓN)					
CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 18.5		CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 18.0		CBR AL 90% MDS = -.-	




 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.	CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)	
		Pagina 1 de 2

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"
 Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004 Región/Provi : AYACUCHO / HUAMANGA
 Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO Distrito : VINCHOS
 Exploración : SUBRASANTE KM 9+620 Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
 Dosis : CENIZA DE HOJA DE COCA (4.5% MDS) Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

COMPACTACION DEL CBR											
MOLDE Nº		14			35			22			
CAPAS Nº		5			5			5			
GOLPES POR CAPA		56			26			12			
COND. DE LA MUESTRA		HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO			
PESO MOLDE+S. HÚM.		gr	11,810			11,193			11,070		
PESO DEL MOLDE		gr	8,073.00			7,677.00			7,795.00		
PESO SUELO HÚM.		gr	3,737.00			3,516.00			3,275.00		
VOLUMEN DEL MOLDE		cm3	2,110.46			2,105.77			2,114.53		
DENSIDAD HÚMEDA		gr/cm3	1.77			1.67			1.55		
DENSIDAD SECA		gr/cm3	1.48			1.39			1.29		
Contenido de Humedad			Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final
TARRO Nº		Nro.	339	341	251	339	341	315	339	341	252
TARRO+SUELO HÚM.		gr	532.5	609.0	667.5	532.5	609.0	751.3	532.5	609.0	679.5
TARRO+SUELO SECO		gr	466.9	529.4	559.2	466.9	529.4	620.0	466.9	529.4	564.6
PESO DEL TARRO		gr	134.06	134.19	84.15	134.06	134.19	67.20	134.06	134.19	101.01
% DE HUMEDAD		%	19.71	20.14	22.80	19.71	20.14	23.75	19.71	20.14	24.78
HUMEDAD		%	19.93		22.80	19.93		23.75	19.93		24.78
ABSORCIÓN		%	2.87			3.83			4.86		

EXPANSIÓN										
DÍA		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
			mm	%		mm	%		mm	%
0		0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4		0.02	127.02	0.02%	0.02	127.02	0.02%	0.02	127.02	0.02%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000	6.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025		0.18	0.18	0.09	0.17	0.17	0.09	0.19	0.19	0.10
1.270	0.050		0.60	0.60	0.31	0.60	0.60	0.31	0.71	0.71	0.37
1.900	0.075		1.19	1.19	0.62	1.08	1.08	0.56	1.15	1.15	0.60
2.540	0.100	10.35	1.84	1.84	0.95	1.53	1.53	0.79	1.49	1.49	0.77
3.170	0.125		2.40	2.40	1.24	1.91	1.91	0.99	1.76	1.76	0.91
3.810	0.150		2.90	2.90	1.50	2.25	2.25	1.16	1.96	1.96	1.01
4.445	0.175		3.34	3.34	1.73	2.55	2.55	1.32	2.15	2.15	1.11
5.080	0.200		3.72	3.72	1.92	2.79	2.79	1.44	2.29	2.29	1.18
7.620	0.300		4.91	4.91	2.54	3.54	3.54	1.83	2.73	2.73	1.41

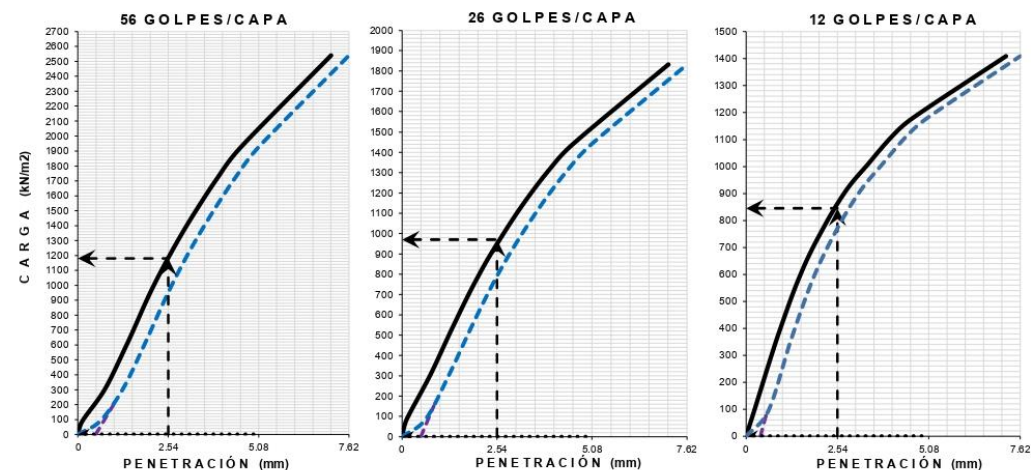
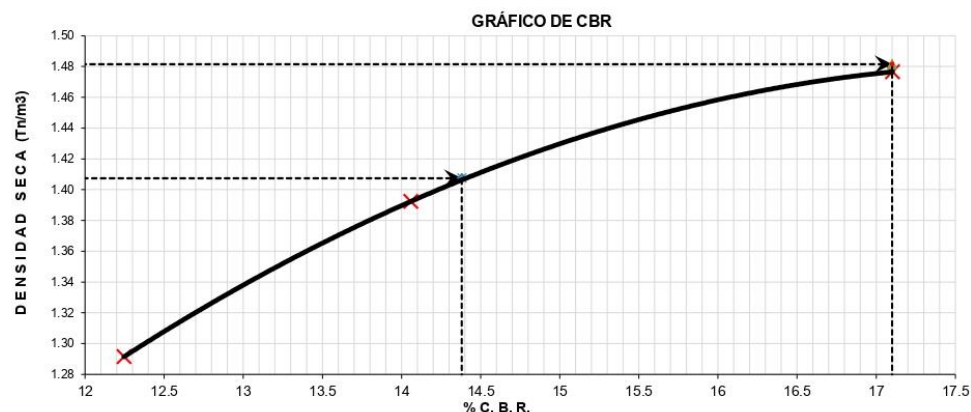

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

	CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)	
		Página 2 de 2

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"
 Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004
 Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO
 Exploración : SUBRASANTE KM 9+620
 Dosis : CENIZA DE HOJA DE COCA (4.5% MDS)

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
 Distrito : VINCHOS
 Lugar : PAMPANCCA - HUARACA
 Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DATOS DEL ENSAYO					
Clasificación SUCS :		SM		ARENA LIMOSA CON GRAVA	
AASHTO :		A-4 (0)			
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m3) :		1.48		Óptimo Contenido de Humedad OCH % = 23.40	
% Grava = 26.1		% Arena = 34.0		% Finos = 39.9	
LL % = 25.2%		LP % = 22.5%		IP % = 2.7%	
Expansión % = 0.04%		Embebido (días) = 4.0			
RESULTADOS DEL ENSAYO (01° DE PENETRACIÓN)					
CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 17.1		CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 14.4		CBR AL 90% MDS = -.-	



CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO METODO B (MTC E 1103, MTC E 1101)
---	---

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO - 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Región/Prov: AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Distrito : VINCHOS

Exploración : SUBRASANTE KM 9+620

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DATOS DE LA MUESTRA

Clasificación SUCS :	SM ARENA LIMOSA CON GRAVA	
Clasificación AASHTO :	A-4 (0)	MDS = 1.48 gr/cm3 OCH = 19.30 %
% Retenido acumulado malla N° 4 : 26.12		% Pasa acumulado malla N° 4 : 73.88

DATOS DEL MOLDEO

PORCENTAJE DE ADITIVO (CENIZA DE HOJA DE COCA)				0.0					
MOLDE N°		4	5	6					
PESO MOLDE+ S. HÚM.	gr	1,620	1,617	1,609					
PESO DEL MOLDE	gr	600.80	602.40	601.30					
PESO SUELO HÚM.	gr	1,019.31	1,014.59	1,007.36					
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	574.45	576.52	578.56					
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	1.77	1.76	1.74					
HUMEDAD	TARRO	Nro.	11	48	91				
TARRO+ SUELO HÚM.	gr	575.65	575.03	646.09					
TARRO+ SUELO SECO	gr	503.86	500.53	547.82					
PESO DEL TARRO	gr	134.72	102.78	22.19					
% DE HUMEDAD	%	19.45	18.73	18.70					
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.49	1.48	1.47					

ENSAYO DE COMPRESION

EDAD	días	7	7	7					
DIAMETRO PROMEDIO	mm	72.1	72.0	72.0					
ALTURA	mm	140.7	141.6	142.1					
RELACION H/D		1.95	1.97	1.97					
FACTOR DE CORRECCION		1.00	1.00	1.00					
LECTURA DE ENSAYO	kN	4.2	4.2	4.5					
RESISTENCIA FC	kg/cm2	10.5	10.5	11.2					
RESISTENCIA PROM	kg/cm2	10.7							
RESISTENCIA PROM	MPa	1.1							


 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

 CASAGRANDE GEOTECNIA Y CONCRETO	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO METODO B (MTC E 1103, MTC E 1101)
--	---

Proyecto : "INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO – 2023"

Trazabilidad : INFORME 001-2024/CG-CON-24-O-004

Región/Prov: AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : PETHER HUAMANI PRADO

Distrito : VINCHOS

Exploración : SUBRASANTE KM 9+620

Lugar : PAMPANCCA - HUARACA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2023

DATOS DE LA MUESTRA

Clasificación SUCS : SM ARENA LIMOSA CON GRAVA

Clasificación AASHTO : A-4 (0)

% Retenido acumulado malla N° 4 : 26.12

% Pasa acumulado malla N° 4 : 73.88

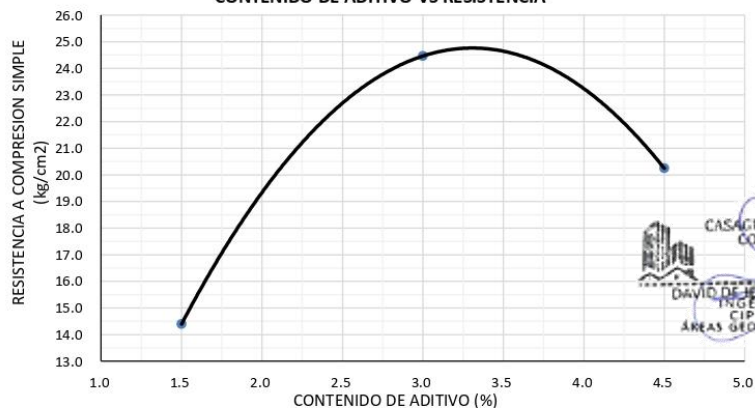
DATOS DEL MOLDEO									
------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PORCENTAJE DE ADITIVO (CENIZA DE HOJA DE COCA)			1.5			3.0			4.5		
MOLDE N°			1	2	3	4	5	6	7	8	9
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr		1,606	1,608	1,592	1,615	1,616	1,608	1,615	1,606	1,600
PESO DEL MOLDE	gr		601.00	602.50	601.90	600.80	602.40	601.30	600.80	601.40	602.30
PESO SUELO HÚM.	gr		1,004.57	1,005.74	989.81	1,014.67	1,013.56	1,006.94	1,014.08	1,004.86	997.33
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3		562.77	564.39	562.31	580.58	580.03	579.13	575.67	563.71	560.54
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3		1.79	1.78	1.76	1.75	1.75	1.74	1.76	1.78	1.78
HUMEDAD	TARRO	Nro.	96	45	321	145	245	196	124	99	74
TARRO+SUELO HÚM.	gr		669.49	668.77	751.41	589.71	598.29	673.64	571.45	568.48	577.28
TARRO+SUELO SECO	gr		586.32	578.05	627.44	507.29	520.60	577.29	504.32	491.01	481.42
PESO DEL TARRO	gr		156.68	119.54	25.81	73.69	105.11	72.89	142.10	97.35	15.37
% DE HUMEDAD	%		19.36	19.78	20.61	19.01	18.70	19.10	18.53	19.68	20.57
DENSIDAD SECA	gr/cm3		1.50	1.49	1.46	1.47	1.47	1.46	1.49	1.49	1.48

ENSAYO DE COMPRESION									
----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

EDAD	días	7	7	7	7	7	7	7	7	7
DIAMETRO PROMEDIO	mm	71.2	71.1	71.2	72.1	72.0	72.0	71.8	71.1	70.9
ALTURA	mm	141.3	142.2	141.2	142.2	142.5	142.2	142.2	142.0	142.0
RELACION H/D		1.98	2.00	1.98	1.97	1.98	1.98	1.98	2.00	2.00
FACTOR DE CORRECCION		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
LECTURA DE ENSAYO	kN	5.6	5.5	5.8	9.8	9.5	10.0	7.5	8.2	8.1
RESISTENCIA FC	kg/cm2	14.2	14.1	14.9	24.5	23.8	25.1	18.9	20.9	20.9
RESISTENCIA PROM	kg/cm2	14.4			24.5			20.2		
RESISTENCIA PROM	MPa	1.4			2.4			2.0		

CONTENIDO DE ADITIVO VS RESISTENCIA




CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ANEXO 02

CERTIFICADOS DE CALIBRACION



CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCIÓN S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AZALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

M-22933-003 R0

Page / Pág 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante <i>Manufacturer</i>	OHAUS
Modelo <i>Model</i>	PAJ4102
Número de Serie <i>Serial Number</i>	B640110613
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	BLZ - 004
Carga Máxima <i>Maximum Load</i>	4100 g
Solicitante <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC
Dirección <i>Address</i>	Jr. Quinua 570
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2023 - 03 - 06
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2023 - 03 - 19

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos

04

Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que los datos del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate


Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología


Ing. Francisco Durán Romero
Métrico Laboratorio de Metrología


CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUTIERREZ AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP# 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO.

Ubicación de Metrología: Cl 18 #1038 T2 | PBX 57 (1) 745-4555 - (1) 542 5242 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



DATOS TÉCNICOS

Método Empleada	Comparación Directa
Número de Serie	B640110613
Identificación Interna	BLZ - 004
Resolución	0,01 g
Intervalo Calibrado	1 g a 4100 g
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas
Clase de exactitud	F1
Certificado No.	M-20845-002 PINZUAR /CAP-401-20 VWR Laboratorios

Documento de Referencia Guía SIM MWG7/gc-01/V.00 2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentra el resultado obtenido para el ensayo de errores de exactitud que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados del ensayo de exactitud

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida gg	k ¹ p=95,45%
1,000	1,00	1,00	0,000	0,000	0,014	2,12
100,000	99,99	99,99	-0,010	-0,010	0,014	2,11
500,000	500,00	500,01	0,000	0,010	0,015	2,06
1 000,000	1 000,00	1 000,01	0,000	0,010	0,019	2,03
1 500,000	1 499,99	1 499,99	-0,010	-0,010	0,023	2,02
1 999,997	2 000,00	2 000,01	0,003	0,013	0,029	2,01
2 499,997	2 500,00	2 500,01	0,003	0,013	0,034	2,01
2 999,997	3 000,01	3 000,01	0,013	0,013	0,040	2,01
3 499,997	3 500,00	3 500,00	0,003	0,003	0,046	2,01
4 099,994	4 100,01	4 100,01	0,016	0,016	0,054	2,01



Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

¹ Factor de cobertura
LMPO-24-F-01 R7.2

**CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.**
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl. 13 #1139-72 | P.B. 57 (1) 145 4358 - 3174233431 | laboratorio@pinzuar.com.co | www.pinzuar.com.co



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.

Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga 1400 g		
Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia Respecto al Centro
—	g	g
1	1399,99	—
2	1399,99	0,00
3	1400,02	0,03
4	1400,00	0,01
5	1399,99	0,00
Diferencia máxima respecto al centro		0,03



Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.

Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Cantidad de Repeticiones	Valor Nominal de las Cargas	
	2050 g	4100 g
	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	2050,00	4100,01
2	2049,99	4100,01
3	2049,99	4100,00
4	2050,00	4100,00
5	2050,00	4100,01
6	2050,00	4100,00
7	2050,00	4100,00
8	2050,00	4100,01
9	2049,99	4100,00
10	2050,00	4100,01
Desviación Estándar	0,004 g	0,003 g

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.
DAVID DE JESUS GUERRA ANALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285733
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue: Laboratorio, INGEOCON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.; Huamanga - Ayacucho. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	18,0 °C	Temperatura Mínima:	17,0 °C
Humedad Máxima:	50 % HR	Humedad Mínima:	49 % HR
Presión Barométrica Máxima:	1000,2 hPa	Presión Barométrica Mínima:	1000,0 hPa

LMPC-04-F-01 R7.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

LABORATORIO DE METROLOGÍA: C/ 16 47155-72 | FONO: 321 745 4555 - 1174233047 | CORREO: info@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura 'k' y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura R_i y también obtener su incertidumbre expandida U_R .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde R es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{Corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = 7,83 \text{ E-07} \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar.

$$u^2(W) = 4,44 \text{ E-05} + 2,46 \text{ E-09} \cdot R^2$$

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor $k = 2$, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MVG7/gc-01/V.00.2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesaje de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de ellos patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-22933-003**

LM-PC-24-F-01 R7.0

Fin del Certificado

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología | Cl. 18 #1208-72 | P.O. 07 | 01140 | 0226 | 0174233540 | alta tecnologia@casagrande.com.ec | WWW.PINZUAR.COM.EC





PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas
Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

M-22933-001 R0

Page / Pág 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante <i>Manufacturer</i>	OHAUS
Modelo <i>Model</i>	AXB201/E
Número de Serie <i>Serial Number</i>	B644227517
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	BLZ - 006
Carga Máxima <i>Maximum Load</i>	8200 g
Solicitante <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION
Dirección <i>Address</i>	Jr. Quinua 570
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2023 - 03 - 05
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2023 - 03 - 19

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the international System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos
Number of pages of the certificate and documents attached

04

Si la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S. no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

When the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Ing. Francisco Durán Romero
Metólogo Laboratorio de Metrología

BOCORPENT 113



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología - Cl. 18-411038-72 - Páez, ST (01) 745 4555 - (0742) 316481 - labmetrologia@pinzuar.com.co - www.pinzuar.com.co



PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

M-22933-001 R0

Page / Pág. 2 de 4

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	B644227517
Identificación Interna	BLZ - 006
Resolución	0,1 g
Intervalo Calibrado	1 g a 8200 g
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas
Clase de exactitud	F1
Certificado No.	M-20845-002 PINZUAR /CAP-401-20 WR Laboratorios

Documento de Referencia Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesas de Funcionamiento No Automático.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4.5.6.7, Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentra el resultado obtenido para el ensayo de errores de exactitud que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados del ensayo de exactitud

Carga	Indicación Ascendente	Indicación Descendente	Error Ascendente	Error Descendente	Incertidumbre Expandida	k ¹ = 95,45%
g	g	g	g	g	g	—
1,00	1,0	1,0	0,00	0,00	0,14	2,12
500,00	500,0	500,0	0,00	0,00	0,14	2,11
1 000,00	1 000,0	1 000,0	0,00	0,00	0,14	2,11
2 000,00	2 000,0	2 000,0	0,00	0,00	0,15	2,10
3 000,00	3 000,0	3 000,0	0,00	0,00	0,15	2,08
3 999,99	4 000,0	4 000,0	0,01	0,01	0,16	2,06
5 000,00	5 000,0	5 000,0	0,00	0,00	0,17	2,05
6 000,00	6 000,0	6 000,0	0,00	0,00	0,19	2,03
7 000,00	7 000,0	7 000,0	0,00	0,00	0,20	2,03
8 200,00	8 200,1	8 200,0	0,10	0,00	0,22	2,02

Error vs. Carga

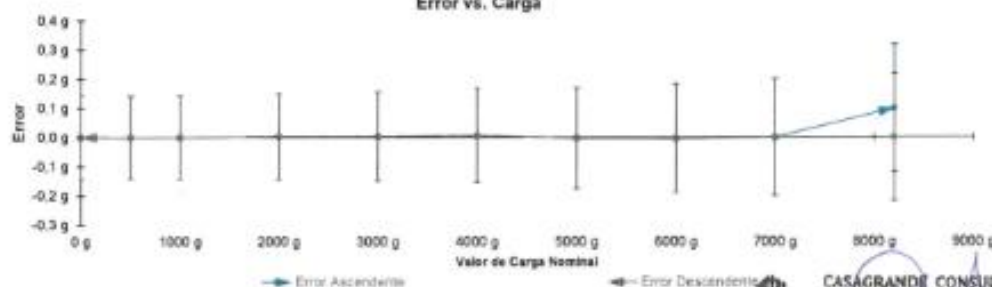


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación

¹ Factor de cobertura
UM-PO-24-F-01: R7.0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl. 15 #1035 T2 - 916A - ST. 01-745-2055 - 3174233542 | info@tecnologiaguarunormos.com | WWW.PINZUAR.COM.CO



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.

Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga 2800 g		
Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia Respecto al Centro
	g	g
1	2 800,0	—
2	2 800,0	0,0
3	2 800,0	0,0
4	2 799,9	- 0,1
5	2 799,9	- 0,1
Diferencia máxima respecto al centro		0,1

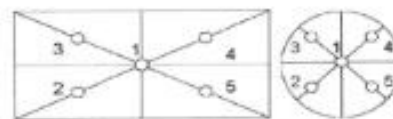


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.

Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Cantidad de Repeticiones	Valor Nominal de las Cargas	
	4100 g	8200 g
	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	4 100,0	8 200,1
2	4 099,9	8 200,0
3	4 100,0	8 200,1
4	4 100,0	8 200,1
5	4 099,9	8 200,0
6	4 100,0	8 200,0
7	4 100,0	8 200,1
8	4 099,9	8 200,0
9	4 100,0	8 200,0
10	4 100,0	8 200,1
Desviación Estándar	0,048 g	0,053 g

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue: Laboratorio, INGEOTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L., Huamanga - Ayacucho. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	21,5 °C	Temperatura Mínima:	20,1 °C
Humedad Máxima:	47 % HR	Humedad Mínima:	45 % HR
Presión Barométrica Máxima:	1000,1 hPa	Presión Barométrica Mínima:	1000,1 hPa

LMPC-24-F-01 R03

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AGALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285.731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: C/ 18 #1038-72 I Rta. 57 00 800 4555 - 317633640 | labmetrologia@pinzuar.com | WWW.PINZUAR.COM.CO



PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



ISO/IEC 17025:2017
LI-LAC-004

M-22933-001 R0

Página 4 de 4

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "K" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura R , y también obtener su incertidumbre expandida U_R .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde R es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = 2.98 \text{ E-}06 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar:

$$u^2(W) = 4.44 \text{ E-}03 + 1.35 \text{ E-}09 \cdot R^2$$

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor $k = 2$, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MMYG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesaje de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de ellos patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-22933-001**

LMPC-34-F-01 R7.0

Fin del Certificado



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Ubicación de Montevideo: C/18 #1335-72, I.P.R. 37 (U) 743 4030 - 3174233 ext 1 o al correo: info@pinzuar.com.uy / WWW.PINZUAR.COM.UY





LABORATORIO DE
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 085-2023 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2023-03-17

1. SOLICITANTE : CASAGRANDE CONSULTORIA
Y CONSTRUCCION SAC

DIRECCIÓN : Jr. Quinua 570 Ayacucho - Huamanga -
Ayacucho

2. INSTRUMENTO DE
MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : T24PE

NÚMERO DE SERIE : B000117JPV

ALCANCE DE
INDICACIÓN : 100 kg

DIVISIÓN DE ESCALA
/ RESOLUCIÓN : 0.01 kg

DIVISIÓN DE
VERIFICACIÓN (e) : 0.01 kg

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE
CALIBRACIÓN : 2023-03-04

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

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

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

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 3ª - ENERO, 2009.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. MASA DE G&L LABORATORIO S.A.C
AV. MIRAFLORES MZ. E LT. 60 URB. SANTA ELISA II ETAPA LOS OLIVOS - LIMA



Teléfono:
(01) 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 902 - 227 - 638

Correo:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



LABORATORIO DE
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 085 - 2023 GLM

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	23.0 °C	23.2 °C
Humedad Relativa	68 %	68 %

6. TRAZABILIDAD

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).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M1 / M2)	LM - C - 078 - 2020 CM - 2104 - 2020 CM - 2105 - 2020 CM - 2106 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 100 kg. la balanza indicó 92.81 kg. Se ajustó y se procedió a su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009.

Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABAJO	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	23.0	23.0

Medición N°	Carga L1= 50.00 kg			Carga L2= 100.00 kg		
	f(kg)	ΔL(kg)	E(kg)	f(kg)	ΔL(kg)	E(kg)
1	50.00	0.006	-0.001	100.00	0.005	0.000
2	50.00	0.006	-0.001	100.00	0.005	0.000
3	50.00	0.007	-0.002	100.00	0.004	0.001
4	50.00	0.006	-0.001	100.00	0.005	0.000
5	50.00	0.007	-0.002	100.00	0.004	0.001
6	50.00	0.005	0.000	100.00	0.004	0.001
7	50.00	0.006	-0.003	100.00	0.004	0.001
8	50.00	0.005	0.000	100.00	0.005	0.000
9	50.00	0.007	-0.002	100.00	0.005	0.000
10	50.00	0.006	-0.001	100.00	0.004	0.001
Error Máximo			0.003			
Error Máximo permitido ±			0.03 kg	±		0.03 kg



CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AXILA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 255731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



Teléfono:
031 622 - 5814
Celular:
992 - 392 - 883 / 962 - 227 - 058

Correo:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 085 - 2023 GLM

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Vista Frontal		Inici		Final					
		Temp. (°C)							
		23.1		23.2					
Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (kg)	Δ(kg)	Δ(kg)	E ₀ (kg)	Carga (kg)	Δ(kg)	Δ(kg)	E(kg)	E _c (kg)
1	0.10	0.10	0.007	-0.002	30.00	30.00	0.006	-0.001	0.001
2		0.10	0.007	-0.002		30.00	0.006	-0.001	0.001
3		0.10	0.005	0.000		30.00	0.006	-0.001	-0.001
4		0.10	0.006	-0.001		30.00	0.007	-0.002	-0.001
5		0.10	0.006	-0.001		30.00	0.005	0.000	0.001
(*) valor entre 0 y 10 g					Error máximo permitido : ± 0.03 kg				

(*) valor entre 0 y 10 s

Error máximo permitido : ± 0.03 kg

ENSAYO DE PESAJE

		Initial		Final					
		Temp. (°C)		23.2		23.2			
Carga L(kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				erro(r)
	Δ(kg)	Δ(L/kg)	E(kg)	E _c (kg)	Δ(kg)	Δ(L/kg)	E(kg)	E _c (kg)	
0.10	0.10	0.007	-0.002						0
0.20	0.20	0.007	-0.002	0.000	0.20	0.006	-0.001	0.001	0
5.00	5.00	0.006	-0.001	0.001	5.00	0.007	-0.002	0.000	0
10.00	10.00	0.007	-0.002	0.000	10.00	0.007	-0.002	0.000	0
20.00	20.00	0.006	-0.001	0.001	20.00	0.006	-0.001	0.001	0
30.00	30.00	0.007	-0.002	0.000	30.00	0.007	-0.002	0.000	0
50.00	50.00	0.005	0.000	0.002	50.00	0.006	-0.001	0.001	0
60.00	60.00	0.005	0.000	0.002	60.00	0.006	-0.001	0.001	0
70.00	70.00	0.005	0.000	0.002	70.00	0.006	-0.001	0.001	0
80.00	80.00	0.004	0.001	0.003	80.00	0.005	0.000	0.002	0
100.00	100.00	0.004	0.001	0.003	100.00	0.004	0.001	0.003	0

(*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 3.185E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1.765E-08 \text{ kg}^2 + 494E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

Número de tipo Científico: E-xx = 10^{-xx} (Ejemplo: E-05 = 10⁻⁵)

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE ROSA GUERRA ANA
INGENIERO CIVIL
(CIP N° 28573)
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



Teléfono:
(01) 622 - 6814
Celular:
932 - 302 - 683 / 962 - 277 - 858

Correo:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO



CERTIFICADOS DE CALIBRACION HORNOS DE SECADO


CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AZALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
AREA: GEOTECNIA Y CONCRETO



PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura
Calibration Certificate - Temperature Laboratory

T-22933-019 R0

Page / Pág 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	HORNO ELÉCTRICO	Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que pueden derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante. Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	PG-2005	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	102	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	HRN-003	
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	40 °C a 250 °C	The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements were made. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer. This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.
Solicitante <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION	
Dirección <i>Address</i>	Jr. Quinua 570	
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO	
Fecha de Calibración <i>Date of Calibration</i>	2023 - 03 - 05	
Fecha de Emisión <i>Date of Issue</i>	2023 - 03 - 19	04
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>		

Con la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que los partes del certificado no se usen de contexto. Los certificados de calibración se firma no está válido.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas Autorizadas

Authorized Signatures

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Oscar Eduardo Briceño
Metrologo Laboratorio de Metrología

(Impresión en 11)



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl. 18 #1208 72 - Hbx 57 (A) T-5 4555 - T-24233043 | laboratoriometrologia@pinzuar.com.pe | WWW.PINZUAR.COM.CO



DATOS TÉCNICOS

Método Empleado: Comparación Directa
Documento de Referencia: DAKKS DKD-R 5 - 7 Kalibrierung von Klimaschränken 1. Neuauflage 2010
Resolución: 0,01 °C
Patrón(es) de referencia: Termómetro Digital
Certificado de Calibración: T-21368-003 R0 de Pinzuar / T-21368-001 R0 de Pinzuar
Volumen: 688 800 L

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al medio isotermo en referencia se le efectuó una inspección visual y se determinó que estaba en buen estado. Se determinó que el medio presentaba una buena condición para la calibración, luego se procedió a la calibración y caracterización respectiva en los puntos acordados con el cliente ejecutando las pruebas estabilidad temporal y la uniformidad espacial.

Indicación del Patrón °C	Indicación del Equipo °C	Corrección °C	Incertidumbre Expandida °C	$k_{1-p=0.95}$
58,8	60,0	-1,2	2,0	2,0
108,3	110,0	-1,7	4,5	2,0

Tabla 1. Resultados de la calibración



Gráfica 1. Ubicación de los sensores

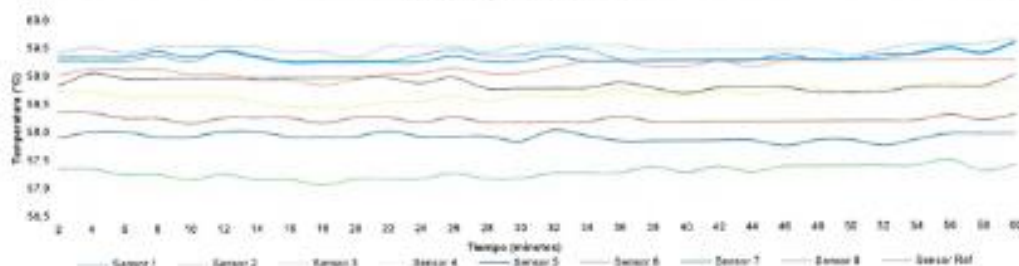
Resultados de la Caracterización para 60 °C

Set Point ¹ °C	Estabilidad del Medio ² °C	Uniformidad del Medio ³ °C	Efecto de Radiación ⁴ °C	Efecto de Carga ⁵ °C
60,00	0,22	1,58	0,58	—

Tabla 2. Resultados de la caracterización

Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor de Referencia °C
59,31	59,10	59,46	59,63	59,29	57,25	57,88	58,20	58,83

Tabla 3. Valor promedio de los sensores



Gráfica 2. Estabilidad y uniformidad del medio

UMPO-214-01 RT.1

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AZALA
INGENIERO CIVIL
CIP No 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología | Cl. 14 #128 T2 - 1766, 57 (1) T48-4835 - 3174333640 | inform@pinzuar.com | www.pinzuar.com



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Calibración)

Resultados de la Caracterización para 110 °C

Set Point ¹ °C	Estabilidad del Medio ² °C	Uniformidad del Medio ³ °C	Efecto de Radiación ⁴ °C	Efecto de Carga ⁵ °C
110.00	0,54	3,01	2,35	—

Tabla 4. Resultados de la caracterización

Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor de Referencia °C
109,53	109,86	110,41	109,18	110,86	105,30	108,08	108,47	108,31

Tabla 5. Valor promedio de los sensores

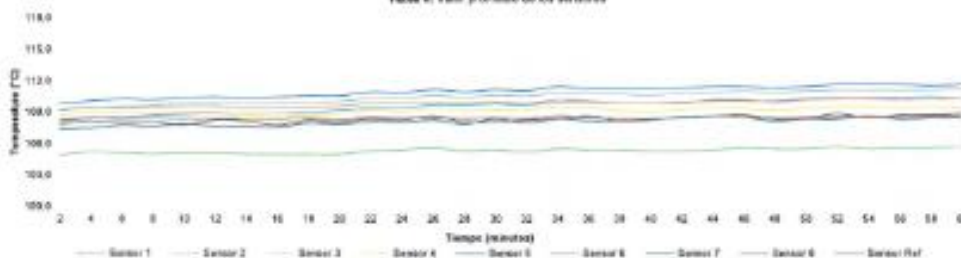


Gráfico 3. Estabilidad y uniformidad del medio

UMPC-25P-01 R01

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCIÓN S.A.C.
DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285.731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO





T-22933-019 R0

Página / Pág 4 de 4

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

Definiciones

- ¹ Valor de temperatura programado en el controlador de equipo.
- ² Fluctuación de la temperatura determinada por un registro de datos durante un periodo mayor a 30 minutos, después de alcanzado el estado estable en la posición de referencia (centro del volumen útil).
- ³ Diferencia máxima de temperatura en un lugar de medición determinado por los extremos del volumen útil desde la posición de referencia (centro del volumen útil).
- ⁴ Intercambio de calor por radiación dado por la temperatura ambiente y la pared interna de la cámara que se diferencian a la temperatura del aire. Medida con un termómetro que está protegido contra la influencia de la pared con un escudo de radiación.
- ⁵ Máxima diferencia de temperatura encontrada por el sensor ubicado en la posición de referencia cuando el volumen útil del equipo está parcialmente ocupado y cuando se encuentra vacío. Prueba ejecutada a petición del cliente.

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Máxima 19.2 °C
Temperatura Mínima 18.1 °C

Humedad Máxima 50 %HR
Humedad Mínima 49 %HR

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados en el documento: JCGM 100-2008, GUM 1995 with minor corrections, Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement, First Edition, September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de ellos patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la etiqueta de calibración No. T-22933-019

Fin del Documento

IMP-03-F-03 RT.1

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AVILA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS: GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Ubicación: Miraflores, Calle #1016, 7º, 1105, 07 (1) 765 4555 (7) 765 3942 Correo: info@pinzuar.com.pe WWW.PINZUAR.COM



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -



CERTIFICADOS DE CALIBRACION

PIE DE REY


CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA ARAYA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

L-22933-016 R0

Página / Pág. 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	PIE DE REY
Fabricante <i>Manufacturer</i>	INSIZE
Modelo <i>Model</i>	1215-322
Número de Serie <i>Serial Number</i>	0921170080
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	VRN-002
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	0 mm a 300 mm
Solicitante <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC
Dirección <i>Address</i>	Jr. Quinua 570
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la comprobación de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for checking the measuring instruments at appropriate time intervals.

Fecha de Calibración
Date of calibration

2023 - 03 - 05

Fecha de Emisión
Date of issue

2023 - 03 - 19

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos
Number of pages of the certificate and documents attached

03

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar, no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se toman de contexto. Los certificados sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned certificates are not valid.

Firmas Autorizadas
Authorized Signatures


Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología


Tecg. Jaiver Arnulfo López
Metrólogo Laboratorio de Metrología

IMP-2023-0163



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología C/ 18 81238-22 1186A SP (3) 1434508 - 0742205411 informes@pinzuar.com.pe WWW.PINZUAR.COM.PE



L-22933-016 R0

Página / Pág. 2 de 3

DATOS TÉCNICOS

Tipo de Medición	Exteriores e Interiores
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	DI - 008 del Centro Español de Metrología, Edición 1
Tipo de Indicación	Análogica Tipo Nonio
Resolución	0,02 mm
Instrumentos de Referencia	Bloques Patrón Longitudinales de Caras Paralelas
Certificado No.	LMD201701 de Cidesi; 200295 de C.I.E.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al equipo en referencia se le efectuó una inspección visual con la que se determinó que se encuentra en buen estado, las superficies de medición no presentan sobresaltos, por lo tanto, presenta una buena condición para la medición. Se procede a la realizar la toma de datos respectiva comparando la indicación del equipo con el valor nominal del bloque patrón iniciando la medición con la puesta a cero del equipo.

Tabla 1. Resultados de las Superficies para Medición de Exteriores

Valor Nominal	Promedio	Error	Incertidumbre Expandida	k (p=95,45%)
mm	mm	μm	μm	
30	30,000	0	18	2,00
60	60,000	0	18	2,00
90	90,000	0	18	2,00
120	120,000	0	18	2,00
150	150,000	20	18	2,00
180	180,000	20	18	2,00
210	210,000	20	19	2,00
240	240,000	20	19	2,00
270	270,000	20	19	2,00
300	300,040	40	19	2,00



Tabla 2. Resultados de las Superficies para Medición de Interiores

Valor Nominal	Promedio	Error	Incertidumbre Expandida	k (p=95,45%)
mm	mm	μm	$\pm \mu\text{m}$	
30	30,000	0	17	2,01
60	60,000	0	17	2,01
90	90,000	0	17	2,01
120	120,000	0	17	2,01
150	150,000	0	17	2,00
180	180,000	0	18	2,00
210	210,000	20	19	2,00
240	240,000	20	19	2,00
270	270,000	20	19	2,00
300	300,020	20	19	2,00



UN-PC-25-F-01 R0.2

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCIÓN S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA ROSA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

casagrande de Montalvo: (01) 61 0135 72 / (01) 61 758 4251 / 176233642 / casagrande@pinzuar.com.co / WWW.PINZUAR.COM.CO



PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



L-22933-016 R0

Page / Pág. 3 de 3

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,7 °C	Humedad Máxima:	55 %
Temperatura Mínima:	19,4 °C	Humedad Mínima:	54 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-22933-016**

IMP-035-F01 R0.0

Fin de Certificado



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

LABORATORIO DE METROLOGÍA | CL 18 #103-72 | P.O. Box 11743-4158 | C 174233603 | info@metrologiapinzuar.com | WWW.PINZUAR.COM.CO





CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO



CERTIFICADOS DE CALIBRACION

MAQUINAS A COMPRESION

 **CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.**

DAVID DE JESUS GUERRA AZULA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 235731
AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-22933-011 R0

Page / Pág. 1 de 5

Equipo
Instrument: MÁQUINA DIGITAL DOBLE RANGO PARA ENSAYOS DE CONCRETOS

Fabricante
Manufacturer: PINZUAR S.A.S.

Modelo
Model: PC-42D

Número de Serie
Serial Number: 264

Identificación Interna
Internal Identification: PDC-001

Capacidad Máxima
Maximum Capacity: 1000 kN

Solicitante
Customer: CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC

Dirección
Address: Jr. Quinua 570

Ciudad
City: HUAMANGA - AYACUCHO

Fecha de Calibración
Date of calibration: 2023 - 03 - 06

Fecha de Emisión
Date of issue: 2023 - 03 - 19

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos
Number of pages of the certificate and documents attached: 05

En la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se toquen de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

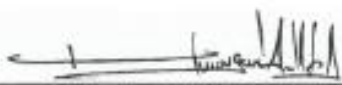
Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report cannot be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate



Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología



Ing. Miguel Andrés Vela Avefianeda
Gerente Laboratorio de Metrología

IMPRESIÓN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl. 10 q'058 72 - 488, 63 (1) 785 8555 - 3 732 8553 | calibracion@pinzuar.com.pe | WWW.PINZUAR.COM



CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AXALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS DE TÉCNICA Y CONCRETO



PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

F-22933-011 R0

Pág. 2 de 5

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Clase	1,0	Instrumento	Transductor de Fuerza de 1 MN
Dirección de Carga	Compresión	Modelo	KAL 1MN
Tipo de Indicación	Digital	Clase	0,5
División de Escala	0,01 kN	Número de Serie	HV325-911250
Resolución	0,01 kN	Certificado de Calibración	5047 del INM
Intervalo de Medición	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.	Próxima Calibración	2023-02-03
Calibrado			
Límite Inferior de la Escala	2 kN		

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.

Indicaciones como se recibió y se entregó la máquina después de ajuste

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio S _{1,2 y 3} kN
		S ₁ Ascendente kN	S ₂ Ascendente kN	S _{2'} No Aplica ---	S ₃ Ascendente kN	S ₄ No Aplica ---	
%	kN						
10	100,00	100,81	101,01	---	100,71	---	100,84
20	200,00	201,76	201,26	---	201,86	---	201,63
30	300,00	301,79	302,39	---	302,39	---	302,19
40	400,00	402,31	402,51	---	402,31	---	402,38
50	500,00	503,02	503,53	---	503,53	---	503,36
60	600,00	603,93	603,33	---	603,63	---	603,63
70	700,00	703,92	704,12	---	704,02	---	704,02
80	800,00	804,42	804,82	---	804,82	---	804,68
90	900,00	905,21	904,91	---	905,41	---	905,18
100	1 000,00	1 005,3	1 005,5	---	1 005,4	---	1 005,4

UM-PC-05-F-01 R12.0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AVALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
AREAL GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Administración: Medellín, CO 11-4100000-02-1-1988-52 (1) 505-0555 - 310-0200000 / 310-0200000 / 310-0200000 / 310-0200000



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2.

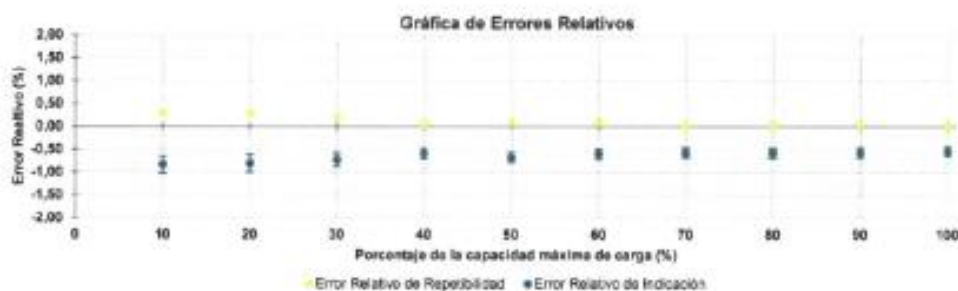
Error relativo de cero, $f_{0,5i}$, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,51}$ %	$f_{0,52}$ %	$f_{0,52}$ %	$f_{0,53}$ %	$f_{0,54}$ %
0,000	0,000	—	0,000	—

Tabla 3.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo

Indicación del IBC		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
%	kN	q %	b %	v %	θ %	U kN	%	—
10	100,00	-0,84	0,30	—	0,010	0,19	0,19	2,01
20	200,00	-0,81	0,30	—	0,005	0,39	0,20	2,01
30	300,00	-0,73	0,20	—	0,003	0,44	0,15	2,01
40	400,00	-0,50	0,05	—	0,003	0,44	0,11	2,01
50	500,00	-0,67	0,10	—	0,002	0,55	0,11	2,01
60	600,00	-0,60	0,10	—	0,002	0,66	0,11	2,01
70	700,00	-0,57	0,03	—	0,001	0,77	0,11	2,01
80	800,00	-0,58	0,05	—	0,001	0,88	0,11	2,01
90	900,00	-0,57	0,06	—	0,001	0,99	0,11	2,01
100	1 000,0	-0,54	0,02	—	0,001	1,1	0,11	2,01



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de la empresa INGEOTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L. ubicada en Ayacucho - Huamanga - Ayacucho. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima: 19,4 °C
Humedad Relativa Máxima: 45 % HR

Temperatura Ambiente Mínima: 19,1 °C
Humedad Relativa Mínima: 45 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.0

**CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.**
DAVID DE JESUS GUTIERREZ ANALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285733
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

laboratorio de Metrología: Cel: 98 67026 72 / 986 57 13 745 4558 / 9174223342 E: danielc@casagrandeconsultoria.com / WWW.PINZUAR.COM.CO



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R^2 , el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_0	A_1	A_2	A_3	...	R^2
2.93500 E-01	1.00636 E00	-1.25233 E-06	8.06138 E-11		1.0000 E00

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada

Indicación kN	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
100,00	100,92	110,98	121,04	131,10	141,16
150,00	151,22	161,28	171,34	181,40	191,46
200,00	201,52	211,57	221,63	231,69	241,75
250,00	251,81	261,86	271,92	281,98	292,03
300,00	302,09	312,15	322,20	332,26	342,31
350,00	352,37	362,42	372,48	382,53	392,59
400,00	402,64	412,70	422,75	432,80	442,86
450,00	452,91	462,96	473,01	483,07	493,12
500,00	503,17	513,22	523,27	533,32	543,38
550,00	553,43	563,48	573,53	583,58	593,63
600,00	603,68	613,73	623,77	633,82	643,87
650,00	653,92	663,97	674,02	684,06	694,11
700,00	704,16	714,21	724,25	734,30	744,35
750,00	754,39	764,44	774,48	784,53	794,58
800,00	804,62	814,67	824,71	834,76	844,80
850,00	854,84	864,89	874,93	884,98	895,02
900,00	905,06	915,10	925,15	935,19	945,23
950,00	955,27	965,32	975,36	985,40	995,44
1 000,00	1 005,5				

Tabla 6.

Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
100,00	100,84	100,92	0,07
200,00	201,63	201,52	- 0,11
300,00	302,19	302,09	- 0,10
400,00	402,38	402,64	0,26
500,00	503,36	503,17	- 0,19
600,00	603,63	603,68	0,05
700,00	704,02	704,16	0,14
800,00	804,68	804,62	- 0,06
900,00	905,18	905,06	- 0,12
1 000,00	1 005,4	1 005,5	0,08

UM-PC-05-F-01 R12.0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ARREGL. GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 R122 R12 1 Tel: 01 745 4888 3 7423354291 laboratoriometrologia@pinzuar.com | WWW.PINZUAR.COM





PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

F-22933-011 R0

Pág. 5 de 5

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (Tabla No.3), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k = 2,013$ y la probabilidad de cobertura, la cual es del 95,45%, con una distribución "t-student". La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de ellos patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error relativo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. NTC-ISO 7500-1:2007
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-22933-011

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R12.0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.S.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 385733
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Calles 15 y 138 No. 11-164-58 (3) 425 4036 - 3174703425 | info@pinzuar.com.co | FARMOPINZUAR@COLOMBIA



ANEXO 06: PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 13:

Vista panorámica de la hoja de coca acopiada al laboratorio, que permitirá obtención de la ceniza de del mismo nombre para luego obtener las cenizas que serán empleadas y mezclada con el suelo.



Figura 14:

Vista panorámica de la ceniza de hoja de coca y el suelo Se muestran la ceniza y el suelo en bandejas que serán luego combinadas en las proporciones señaladas con sus respectivas dosificaciones (0%,1.5,3% y 4.5%).



Figura 15:

Preparación del suelo con incorporación de CHC, donde se muestra el batido del suelo la ceniza, es decir la preparación del suelo con 1.5% de ceniza de hoja de coca (CHC) para luego ser sometido a los diferentes ensayos (Cuarteo, humedad, densidad, etc.)



Figura 16:

Preparación del suelo con incorporación de CHC, se muestra el batido del suelo la ceniza, es decir la preparación del suelo con 4.5% de ceniza de hoja de coca (CHC) para luego ser sometido a los diferentes ensayos (Cuarteo, humedad, densidad, etc.)

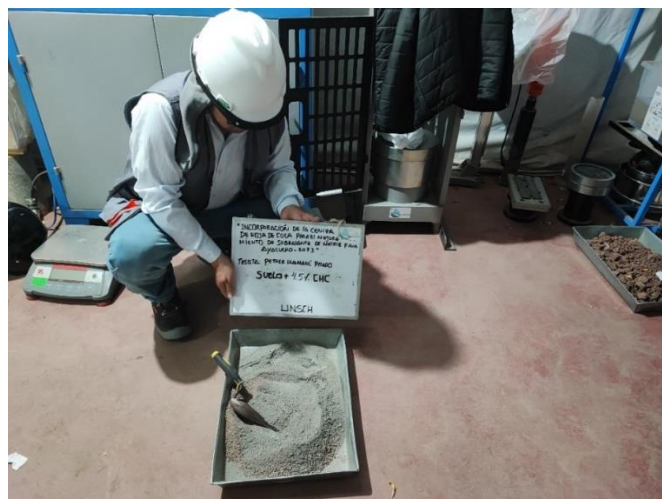


Figura 17:

Ensayo de limite liquido del suelo sin CHC, se realiza el ensayo de limite líquido para el suelo sin incorporación de ceniza de hoja de coca (CHC).

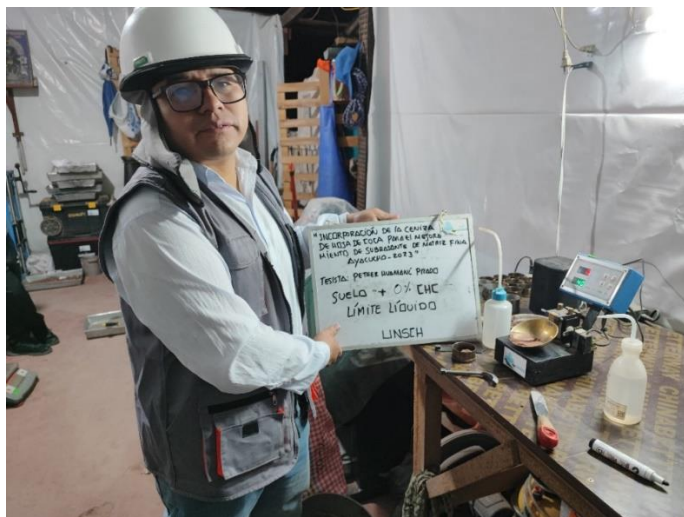


Figura 18:

Ensayo de limite liquido del suelo con CHC, se realiza el ensayo de limite liquido para el suelo con incorporación de ceniza de hoja de coca en un 3.0%(CHC).



Figura 19:

Ensayo de limite plástico del suelo sin CHC, Se realiza el ensayo de limite plástico para el suelo sin incorporación de ceniza de hoja de coca (CHC).



Figura 20:

Ensayo de limite plástico del suelo con CHC, Se realiza el ensayo de limite plástico para el suelo con incorporación de ceniza de hoja de coca en 1.5% (CHC).



Figura 21:

Ensayo de limite plástico del suelo con CHC, se realiza el ensayo de limite plástico para el suelo con incorporación de ceniza de hoja de coca en 3.0% (CHC).



Figura 22:

Ensayo de Proctor modificado del suelo sin CHC, se realiza el ensayo de Proctor modificado para el suelo, para su posterior ensayo del CBR sin incorporación de ceniza de hoja de coca (CHC).



Figura 23:

Ensayo de Proctor modificado del suelo con CHC, Se realiza el ensayo de Proctor modificado para el suelo, para su posterior ensayo del CBR con incorporación de ceniza de hoja de coca al 4.5%(CHC).

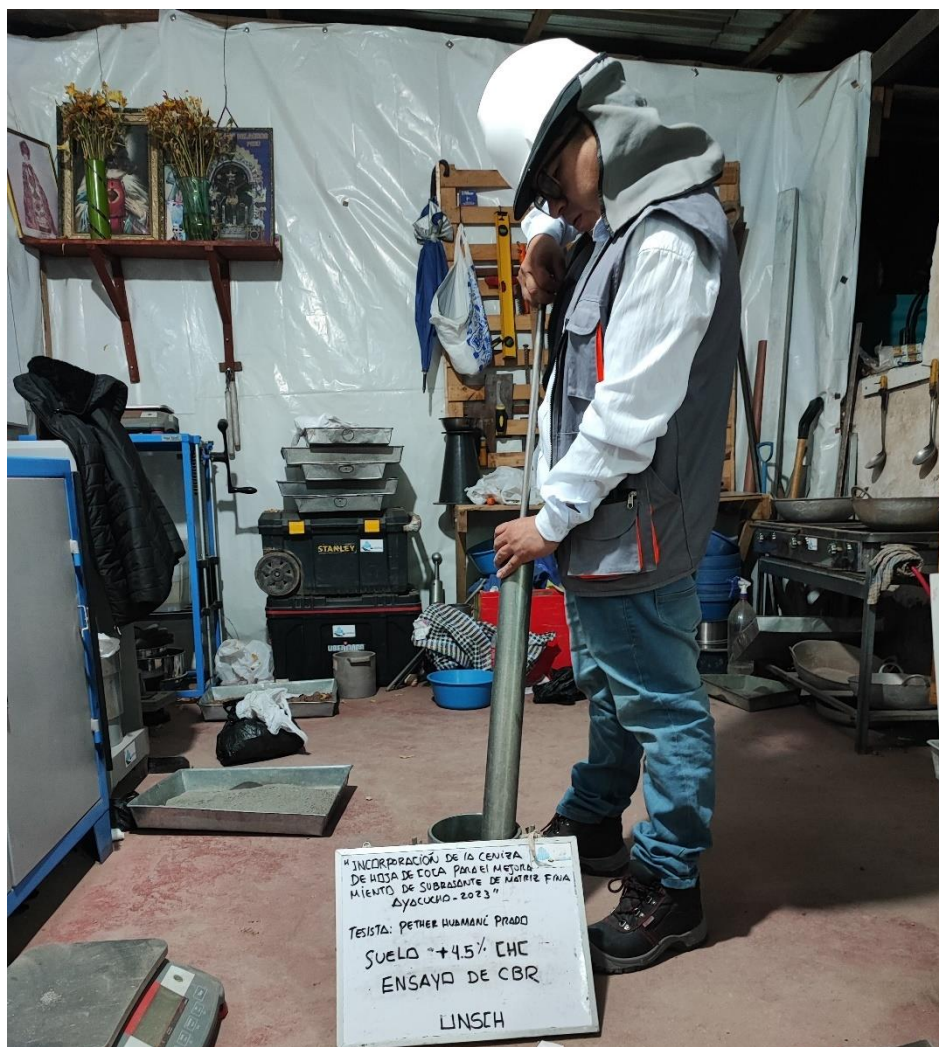


Figura 24:

Ensayo de CBR del suelo sin CHC, se realiza el ensayo de Valor de soporte (CBR) para el suelo sin incorporación de ceniza de hoja de coca (CHC).



Figura 25:

Ensayo de CBR del suelo con CHC, se realiza el ensayo de Valor de soporte (CBR) para el suelo con incorporación de ceniza de hoja de coca en un 1.5% (CHC).



Figura 26:

Ensayo de CBR del suelo con CHC, Se realiza el ensayo de Valor de soporte (CBR) para el suelo con incorporación de ceniza de hoja de coca en un 4.5% (CHC).



INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE HOJA DE COCA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE MATRIZ FINA, AYACUCHO – 2023

Pether Huamani Prado

Richard Alex Oscoco Peceros

Área de investigación: Medio ambiente

Línea de investigación: Infraestructura y Mecanización Agrícola

pether.huamani.21@unsch.edu.pe

richard.oscoco@unsch.edu.pe

RESUMEN

Este estudio buscó evaluar los efectos de la adición de ceniza de hoja de coca (CHC) a la subrasante de matriz fina de la carretera con el fin de mejorar sus propiedades. Se adicionaron diversas cantidades de ceniza en el tramo Pampancca-Huaraca en porcentajes de 0.0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%. El estudio utiliza un nivel correlacional, una técnica cuantitativa y un diseño experimental aplicado. La población estudiada es el material de subrasante de la carretera Pampancca-Huaraca km: 0+000 a 15+200. A las muestras se les realizó granulometría, clasificación SUCS y AASHTO, contenido de humedad, limitaciones de consistencia, resistencia a la compresión simple y el ensayo CBR, que fueron un total de tres fosas. Según los datos de laboratorio, la adición de un 3,0% de CHC a la subrasante de matriz fina arroja los mejores valores para sus cualidades mecánicas y físicas. El CBR de la muestra aumenta hasta 206,36%, el índice de plasticidad cae en el rango de 76,50%, la resistencia a la compresión simple aumenta en el rango de 205,60%, y los gastos se reducen hasta 30,51%. En consecuencia, puede concluirse que las propiedades físico-mecánicas de la subrasante de matriz fina mejoran con la adición de ceniza de hoja de coca.

Palabras Clave: Mejoramiento, subrasante, suelo, Ceniza de hoja de coca.

SUMMARY

This study sought to evaluate the effects of adding coca leaf ash (CHC) to the fine matrix subgrade of the road in order to improve its properties. Different amounts of ash were added to the Pampancca-Huaraca section in percentages of 0.0%, 1.5%, 3.0% and 4.5%. The

study uses a correlational level, a quantitative technique and an applied experimental design. The population studied is the subgrade material of the Pampancca-Huaraca road km: 0+000 to 15+200. The samples were subjected to granulometry, SUCS and AASHTO classification, moisture content, consistency limitations, simple compressive strength and the CBR test, which were a total of three pits. According to the laboratory data, the addition of 3.0% CHC to the fine matrix subgrade yields the best values for its mechanical and physical qualities. The CBR of the sample increases to 206.36%, the plasticity index falls in the range of 76.50%, the simple compressive strength increases in the range of 205.60%, and the cost decreases to 30.51%. Consequently, it can be concluded that the physico-mechanical properties of the fine matrix subgrade improve with the addition of coca leaf ash.

Key words: Improvement, subgrade, soil, coca leaf ash.

INTRODUCCIÓN

Los suelos de matriz fina son depósitos de minerales constituidos materiales que poseen granos extremadamente finos, o partículas inferiores a 0,075 mm, que los definen. Este tipo de suelos son inadecuados para su uso como base de carreteras, puentes o cimientos de proyectos de construcción. Por lo tanto, sustituir esos suelos por un material que tenga mayores cualidades de resistencia es un planteamiento seguro. Pero se trata de una técnica cara, y no todos los proyectos pueden llevarse a cabo. Por ejemplo, cuando se construye una carretera, el diseño no está limitado por las características del estrato de soporte; por lo tanto, en algunas zonas será necesario abordar los suelos de matriz fina. Además, los ecosistemas naturales sufren cuando estos suelos se sustituyen por materiales de grava extraídos de canteras fluviales. Es crucial elegir soluciones alternativas que no tengan un impacto negativo en la ecología o el mundo natural. Otra opción es mejorar las características de estos suelos (estabilizarlos) mediante aditivos. Un sustituto popular es la estabilización mediante cemento o cal, que al añadirse al suelo modifica las cualidades de estabilidad y retención de humedad, al tiempo que reduce el contenido de humedad del suelo. Una solución eficaz al problema es añadir cemento o cal, pero las técnicas utilizadas para producir estos materiales son perjudiciales para el medio ambiente. Durante el proceso de extracción de piedra caliza o cemento de las canteras se liberan partículas peligrosas. Además, la calcinación y la combustión en horno emiten grandes volúmenes de CO₂ y necesitan mucha energía (MITECO 2018). Es crucial evaluar insumos sustitutivos adicionales para mejorar estos suelos de matriz fina.

La hoja de coca se produce en grandes cantidades en Perú; anualmente se producen cientos de miles de toneladas, principalmente en la región de Ayacucho, lo que indica que también existe una gran cantidad. En consecuencia, su uso como estabilizador de subrasante no se ve obstaculizado por la falta de suministro o la dependencia de otra industria, que crece constantemente debido al crecimiento demográfico y a los hábitos alimenticios medios de los peruanos.

El hecho de que la coca se produzca ilegal y extraoficialmente, perjudicando al Estado, y que muchas de ellas sean confiscadas y quemadas, contaminando el medio ambiente, es uno de los problemas de la industria. El objetivo de esta investigación es evitar estas dispersiones de partículas en el aire y utilizar suelos de matriz fina en beneficio del medio ambiente y de la industria de la construcción.

Este trabajo de tesis está formado por cinco apartados. El marco conceptual, los fundamentos teóricos y los antecedentes nacionales e internacionales conforman el marco teórico. En el tercero, se desarrolla la metodología de la investigación junto con el planteamiento del problema, que contiene su descripción, definición y límites, así como su significado, justificación y limitaciones. En la segunda se desarrollan el método, el alcance, el diseño del estudio, la población, la muestra, la hipótesis, la operacionalización de las variables, los procedimientos y los instrumentos, así como la creación del trabajo de tesis. Los resultados, el análisis y la contrastación de hipótesis se abordan en la cuarta sección. Las conclusiones, sugerencias y trabajos futuros se desarrollan en la quinta parte. Por último, los anexos correspondientes y la bibliografía.

El objetivo general es determinar la influencia de la incorporación de ceniza de hoja de coca en el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023. Asimismo los objetivos específicos fueron: a.-Evaluar la influencia de la incorporación de ceniza de hoja de coca sobre el índice de plasticidad para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho – 2023. b.- Evaluar cómo influye la incorporación de ceniza de hoja de coca sobre la resistencia a la compresión simple para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho – 2023. c.-Evaluar como la incorporación de ceniza de hoja de coca influye sobre la capacidad de soporte para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho – 2023. d.-Evaluar como la incorporación de ceniza de hoja de coca presentaría un mejor costo económico frente a otros métodos de estabilización para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023.

I. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACION

En la zona de estudio en la localidad de Vinchos, en el departamento de Ayacucho, se encuentra la trocha no pavimentada que conecta las localidades de Pampancca – Huaraca, cuya subrasante está conformada por suelos finos, actualmente esta vía de comunicación presenta condiciones desfavorables, aun mas en épocas de lluvia, volviéndose un suelo lodoso. La trocha no pavimentada actualmente presenta baches, huecos, hundimientos, que ocasionando malestar, incomodidad y accidentes vehiculares, las cuales afectan directamente a los pobladores de la zona.

A nivel mundial, en la nación de la India, en la ciudad de Maharashtra, señalan en un documento académico que “existen carreteras que se no pavimentadas que se encuentran en mal estado a causa de la presencia de suelos de matriz fina estos muestran un bajo porcentaje de capacidad de soporte y que, en contacto con el agua, sufren una diferencia y cambios en su volumetría lo que ocasiona problemas de expansión en las carreteras” (Nikhil et al, 2015, p.2).

1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACION.

1.2.1. Espacial

El presente estudio se realizó en el distrito de Vinchos, localidades de Pampancca - Huaraca, en la ciudad de Ayacucho, Provincia de Huamanga..

1.2.2. Temporal.

El desarrollo del proyecto de tesis tiene lugar entre noviembre y febrero de este año. 2024, determinar sus problemas principales presentes en vías no pavimentadas, además de la intervención respecto al empleo de ceniza de hoja de coca que muchas veces son incautadas e incineradas, con la finalidad de asignar un valor a esta entrada para mejorar la propiedad del suelo de matriz fina con fines viales.

1.2.3. Temática y unidad de análisis.

Este apartado involucra la parte ambiental y de ingeniería debido a que se pretende emplear la ceniza de hoja de coca en el ámbito de la construcción vial, como sustancia para

potenciar las características del suelo contribuyendo a reducir la fabricación de materiales adicionales, que durante el proceso contaminan fuertemente el medio ambiente. (ejemplo: La cal).

En el apartado de la ingeniería, la finalidad es mejorar las propiedades del suelo para vías no pavimentadas y luego evaluar cómo la incorporación de las cenizas de hoja de coca responde y se comportan para ser empleado como sustancia sustitutiva. Las muestras que se producirán utilizando diversos porcentajes de inclusión de cenizas, de acuerdo con los objetivos esbozados en esta tesis, sirven como unidad de análisis en este caso.

1.3. FORMULACIÓN DE LA INVESTIGACION.

1.3.1. *Problema general.*

¿Como influye la incorporación de ceniza de hoja de coca en el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023?

1.3.2. *Problemas específicos.*

- a) ¿Cómo influye la incorporación de ceniza de hoja de coca sobre el índice de plasticidad para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023?
- b) ¿De qué manera influye la incorporación de ceniza de hoja de coca sobre la resistencia a la compresión simple para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023?
- c) ¿Cómo la incorporación de ceniza de hoja de coca influye en sobre la capacidad de soporte para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023?
- d) ¿Cómo la incorporación de ceniza de hoja de coca presentaría un mejor costo económico frente a otros métodos de estabilización para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023?

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.

Este apartado hace referencia a que se debe enfatizar la importancia de aportar pruebas suficientes que respalden las afirmaciones de un investigador sobre la relevancia de

su trabajo para la ciencia y el conocimiento (Borja, 2017). La justificación teórica de este tema de estudio se encuentra en averiguar el porcentaje ideal de incorporación de ceniza de hoja de coca para el mejoramiento de la subrasante de matriz fina, obteniendo resultados de ensayos de resistencia a la compresión simple no confinada, límites de consistencia y CBR. Estos resultados proporcionarían comprensión científica y técnica del empleo de la ceniza de hoja de coca.

La justificación económica, el cemento es el material más costoso en la estabilización, ya sea por producción y transporte. Al proponer las cenizas de hoja de coca como alternativa parcial al cemento, con el objetivo de bajar drásticamente los precios, permitiendo tener una alternativa más económica. La justificación ambiental está basada en tener nuevas opciones de materiales puzolánicos que pueden satisfacer la exigencia de reducir el uso excesivo de cemento y/o cal, buscando disminuir la contaminación ambiental en bienestar de la humanidad y del planeta.

Dado que esta investigación incluye el uso de un material alternativo para mejorar la calidad y seguridad de nuestros productos, es imperativo que se lleve a cabo las propiedades de las subrasantes de matriz fina. Además, al incorporar la ceniza de hoja de coca el objetivo es reducir la cantidad de materias primas utilizadas, como cemento y/o cal. Esto ayudaría a reducir la cantidad de CO₂ liberada durante la producción de cemento. Este argumento es, por tanto, crucial, ya que proporciona una nueva forma de aprovechar las cenizas de las hojas de coca, como sustituto parcial del cemento Portland.

II. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Se realizó un reconocimiento de la sección de estudio (la parte de la carretera sin pavimentar) para evaluar el grado de mejora de la subrasante de matriz fina en la región de investigación. Vinchos - Ayacucho, Tramo Pampancca- Huaraca desde el km:0+000 al 15+200), donde se definieron los tramos críticos en los cuales se realizaron las excavaciones y/o calicatas (C-1, C-2, C-3).

Tras ser recogidas de cada pozo, las muestras se empaquetaron, examinaron y llevaron al laboratorio para realizar diversas pruebas y análisis.

En el estudio se investigó el suelo que contenía ceniza de hoja de coca (CHC). Para ello, se prepararon diferentes muestras con porcentajes variables de CHC en 0,0%, 1,5%, 3,0% y 4,5% (como sustituto parcial del cemento) en relación al peso (Kg) de suelo seco. A

continuación, estas muestras se sometieron a ensayo y se compararon entre sí para determinar la dosificación óptima.

La CHC es una sustancia que queda después de quemarse la hoja que se preparo en los hornos del laboratorio las cuales son muchas veces incineradas por las autoridades competentes.

La CHC se somete al procedimiento de tamizado con malla N°200 antes de ser evaluada para realizar los ensayos respectivos.

OBJETIVO ESPECÍFICO 01: Evaluar la influencia de la incorporación de ceniza de hoja de coca sobre el índice de plasticidad para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho – 2023.

Tabla 1:

Resumen de las características de los suelos analizados

Muestra	KM	LL (%)	LP (%)	IP (%)	% Grava	% Arena	% Fino	S.U.C.S.	AASHTO
C -- 1	6+850	26.3	21.8	4.5	11.9	27.0	61.1	ML	A-4(1)
C -- 2	8+330	31.1	23.8	7.2	17.4	13.8	68.8	ML	A-4(4)
C -- 3	9+620	25.2	22.5	2.7	26.1	34.0	39.9	SM	A-4 (0)

NP=Suelos No Plásticos, LL=Límite líquido, LP=Límite plástico, IP=índice de plasticidad.

Nota: Se observa que para las muestras extraídas de la calicata C-1, C-2, C-3 se visualiza que según S.U.C.S. el suelo es Limo arenoso (ML), Limo y tipo grava con arena (ML) y arena limosa con grava (SM).

Tabla 2:

Resultados del Índice de plasticidad en C-1 ,C-2,C-3

DOSIFICACION CON CENIZA DE HOJA DE COCA (CHC) EN CALICATA 01			
PRUEBA	LL (%)	LP (%)	IP (%)
P1= SUELO+ 0.0% CHC	26.3	21.8	4.5
P2= SUELO+ 1.5% CHC	NP	NP	NP
P3= SUELO+ 3.0% CHC	NP	NP	NP
P3= SUELO+ 4.5% CHC	NP	NP	NP

DOSIFICACION CON CENIZA DE HOJA DE COCA (CHC) EN CALICATA 02			
PRUEBA	LL (%)	LP (%)	IP (%)
P1= SUELO+ 0.0% CHC	31.1	23.8	7.2
P2= SUELO+ 1.5% CHC	23.2	20.2	3.0

P3= SUELO+ 3.0% CHC	NP	NP	NP
P3= SUELO+ 4.5% CHC	NP	NP	NP

DOSIFICACION CON CENIZA DE HOJA DE COCA(CHC) EN CALICATA 03			
PRUEBA	LL (%)	LP (%)	IP (%)
P1= SUELO+ 0.0% CHC	25.2	22.5	2.7
P2= SUELO+ 1.5% CHC	NP	NP	NP
P3= SUELO+ 3.0% CHC	NP	NP	NP
P3= SUELO+ 4.5% CHC	NP	NP	NP

Tabla 3:

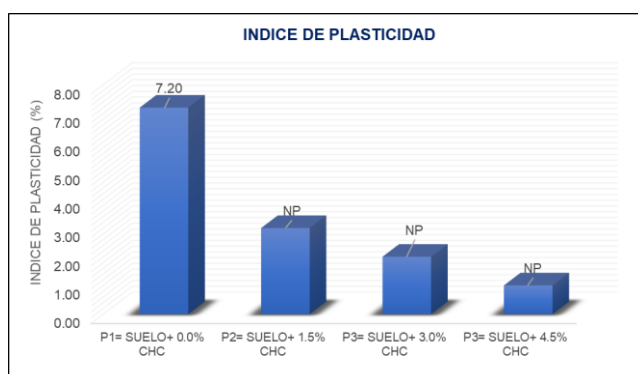
Resultados del índice de plasticidad en calicata promedio

DOSIFICACION CON CENIZA DE HOJA DE COCA (CHC) EN CALICATA PROMEDIO			
PRUEBA	LL (%)	LP (%)	IP (%)
P1= SUELO+ 0.0% CHC	31.10	23.80	7.20
P2= SUELO+ 1.5% CHC	NP	NP	NP
P3= SUELO+ 3.0% CHC	NP	NP	NP
P3= SUELO+ 4.5% CHC	NP	NP	NP

Nota: En la tabla anterior Se muestran los valores de cada dosis, y el valor medio indica un descenso. del índice de plasticidad, pues se observa que la plasticidad conforme se incrementa la ceniza de hoja de coca esta tiende a disminuir (NP=Casi exento de arcilla).

Figura 1:

Tendencia del valor promedio del índice de plasticidad.



Nota: De acuerdo al cuadro mostrado para el índice de plasticidad se observa que el valor del IP (%) disminuye según se aumenta la cantidad de CHC. Donde el valor del IP sin incorporación P1= SUELO+ 0.0% CHC es

de 7.20% y el valor más bajo es No plástico (NP) que significa que el valor es mínimo porque está casi exento de arcilla.

OBJETIVO ESPECÍFICO 02: Evaluar cómo influye la incorporación de ceniza de hoja de coca sobre la resistencia a la compresión simple para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho – 2023

Tabla 4:

Resultados de la resistencia la compresión en C-1, C-2, C-3

DOSIFICACION CON CENIZA DE HOJA DE COCA(CHC) EN CALICATA 01	
PRUEBA	COMPRESIÓN SIMPLE (Kg/cm2)
P1= SUELO+ 0.0% CHC	3.4
P2= SUELO+ 1.5% CHC	5.9
P3= SUELO+ 3.0% CHC	13.6
P3= SUELO+ 4.5% CHC	10.9

DOSIFICACION CON CENIZA DE HOJA DE COCA(CHC) EN CALICATA 02	
PRUEBA	COMPRESIÓN SIMPLE (Kg/cm2)
P1= SUELO+ 0.0% CHC	2.4
P2= SUELO+ 1.5% CHC	6.9
P3= SUELO+ 3.0% CHC	12.1
P3= SUELO+ 4.5% CHC	9.1

DOSIFICACION CON CENIZA DE HOJA DE COCA(CHC) EN CALICATA 03	
PRUEBA	COMPRESIÓN SIMPLE (Kg/cm2)
P1= SUELO+ 0.0% CHC	10.7
P2= SUELO+ 1.5% CHC	14.4
P3= SUELO+ 3.0% CHC	24.5
P3= SUELO+ 4.5% CHC	20.2

Tabla 5:

Resultados de la resistencia la compresión en calicata promedio

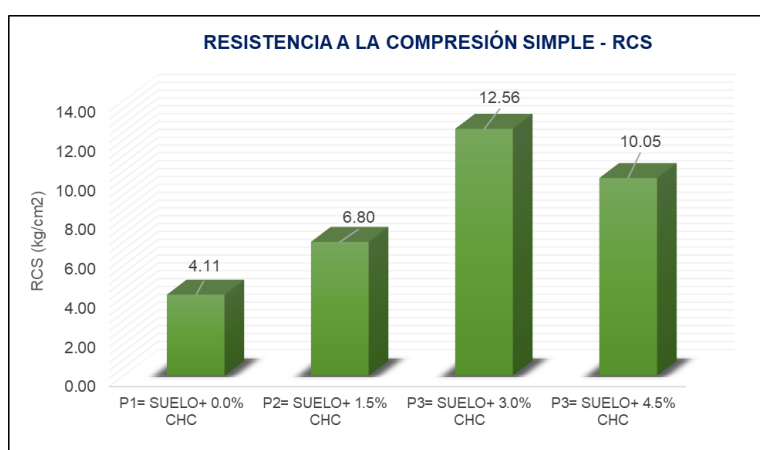
DOSIFICACION CON CENIZA DE HOJA DE COCA(CHC) EN CALICATA PROMEDIO	
PRUEBA	COMPRESIÓN SIMPLE (Kg/cm2)
P1= SUELO+ 0.0% CHC	10.7
P2= SUELO+ 1.5% CHC	14.4

P3= SUELO+ 3.0% CHC	24.5
P3= SUELO+ 4.5% CHC	20.2

Nota: En la tabla mostrada se visualiza los valores promedios demuestra un aumento de los valores a medida que crece el % de CHC en la resistencia a la compresión simple de los pozos de prueba para cada dosificación individual.

Figura 2:

Tendencia del valor promedio de la RCS



Nota: De acuerdo al cuadro mostrado el valor de la RCS va aumentando según aumenta la cantidad de ceniza de hoja de coca (CHC). Cuyo valor de la resistencia a la compresión simple sin incorporación de CHC (P1= SUELO+ 0.0% CHC) es de 4.11 Kg/cm², alcanzado el valor de 12.56 Kg/cm² con (P1= SUELO+ 3.0% CHC) Por último, la resistencia disminuye con la inclusión de (P1= SUELO+ 4.5% CHC) resultando 10.05 Kg/cm².

OBJETIVO ESPECÍFICO 03: Evaluar como la incorporación de ceniza de hoja de coca influye sobre la capacidad de soporte para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho – 2023.

Tabla 6:

Resultados del CBR en C-1, C-2, C-3

DOSIFICACION CON CENIZA DE HOJA DE COCA(CHC) EN CALICATA 01		
PRUEBA	CBR AL 100% MDS	CBR AL 95% MDS
P1= SUELO+ 0.0% CHC	5.2	3.7
P2= SUELO+ 1.5% CHC	8.5	7.4
P3= SUELO+ 3.0% CHC	14.8	14.3
P3= SUELO+ 4.5% CHC	12.2	10.1
DOSIFICACION CON CENIZA DE HOJA DE COCA(CHC) EN CALICATA 02		
PRUEBA	CBR AL 100% MDS	CBR AL 95% MDS

P1= SUELO+ 0.0% CHC	3.5	3.2
P2= SUELO+ 1.5% CHC	6.7	4.9
P3= SUELO+ 3.0% CHC	11.6	10.1
P3= SUELO+ 4.5% CHC	9.6	8.2

DOSIFICACION CON CENIZA DE HOJA DE COCA(CHC) EN CALICATA 03		
PRUEBA	CBR AL 100% MDS	CBR AL 95% MDS
P1= SUELO+ 0.0% CHC	8.3	7.0
P2= SUELO+ 1.5% CHC	12.8	11.3
P3= SUELO+ 3.0% CHC	18.5	18.0
P3= SUELO+ 4.5% CHC	17.1	14.4

Tabla 7:

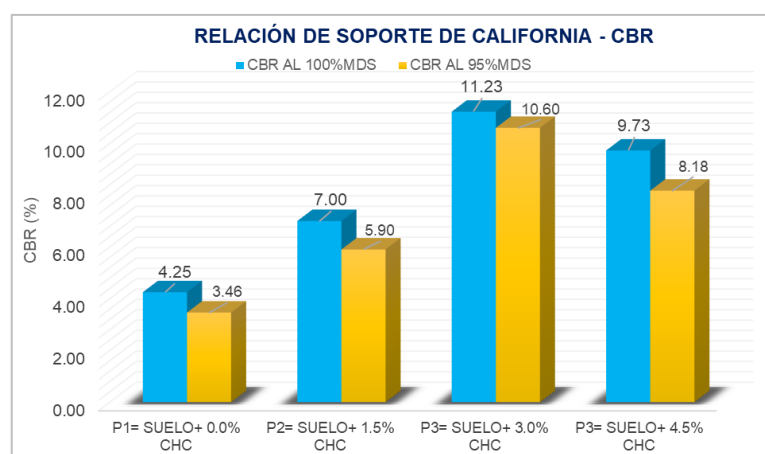
Resultados del CBR en calicata promedio

DOSIFICACION CON CENIZA DE HOJA DE COCA(CHC) EN CALICATA PROMEDIO		
PRUEBA	CBR AL 100% MDS	CBR AL 95% MDS
P1= SUELO+ 0.0% CHC	4.2	3.5
P2= SUELO+ 1.5% CHC	7.0	5.9
P3= SUELO+ 3.0% CHC	11.2	10.6
P3= SUELO+ 4.5% CHC	9.7	8.2

Nota: De acuerdo al cuadro mostrado el valor promedio del CBR al 95% y al 100% se incrementa conforme se incorpora porcentaje de ceniza de hoja de coca.

Figura 3:

Tendencia del valor promedio del CBR



Nota: Se observa en la tabla anterior el valor porcentual del CBR va incrementándose cuando se aumenta la cantidad de ceniza de hoja de coca CHC). El valor del CBR sin incorporación (P1= SUELO+ 0.0% CHC)) al 95% de la MDS es de 3.46% y al 100% de la MDS es de 4.25%, el valor del CBR con la adición de (P1= SUELO+ 3.0% CHC)) al 95% de la MDS es de 10.60% y al 100% de la MDS es de 11.23%, finalmente el valor del CBR con la adición de (P1= SUELO+ 4.5% CHC) Las lecturas son del 9,73% para el 100% del MDS y del 8,18% al 95% del MDS.

OBJETIVO ESPECÍFICO 04: Evaluar como la incorporación de ceniza de hoja de coca presentaría un mejor costo económico frente a otros métodos de estabilización para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho – 2023.

Para ello se calcula el volumen a mejorar, seguidamente el peso para ser convertido en soles y finalmente obtener la razón por cada metro cubico.

Tabla 8:

Peso del suelo a mejorar.

<i>Ancho de carril</i>	<i>Largo de carril</i>	<i>Profundidad a mejorar</i>	<i>Volumen a mejorar</i>	<i>a MDS</i>	<i>Peso del suelo a mejorar</i>
<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m3</i>	<i>tn/m3</i>	<i>tn</i>
4.0	4250	0.2	3400	1.482	5038.8
4.0	4250	0.4	6800	1.482	10077.6
4.0	4250	0.6	10200	1.482	15116.4
4.0	4250	0.8	13600	1.482	20155.2
4.0	4250	1.0	17000	1.482	25194.0

Nota: En el cuadro anterior se observa que el volumen a mejorar en función de la profundidad oscila desde 3400m3 a 17000 m3 de terreno a mejorar, mientras el peso de terreno a mejorar oscila de 5038.8tn a 25194.0tn.

Tabla 9:

Costo unitario del suelo a mejorar sin CHC.

<i>Suelo a mejorar (tn)</i>	<i>Cemento Tipo I en 7.0%/ (tn)</i>	<i>Ceniza de hoja de coca 0.0% (tn)</i>	<i>Costo Total (S/.)</i>	<i>Costo Unitario (S/. x m3)</i>
5038.8	352.7	-	243996.5	71.8
10077.6	705.4	-	487993.0	71.8
15116.4	1058.1	-	731989.4	71.8
20155.2	1410.9	-	975985.9	71.8
25194.0	1763.6	-	1219982.4	71.8

Nota: En el cuadro anterior se observa que el costo unitario obtenido para diferentes profundidades a mejorar es de S/.71.8 soles el metro cubico de terreno mejorado.

Tabla 10:

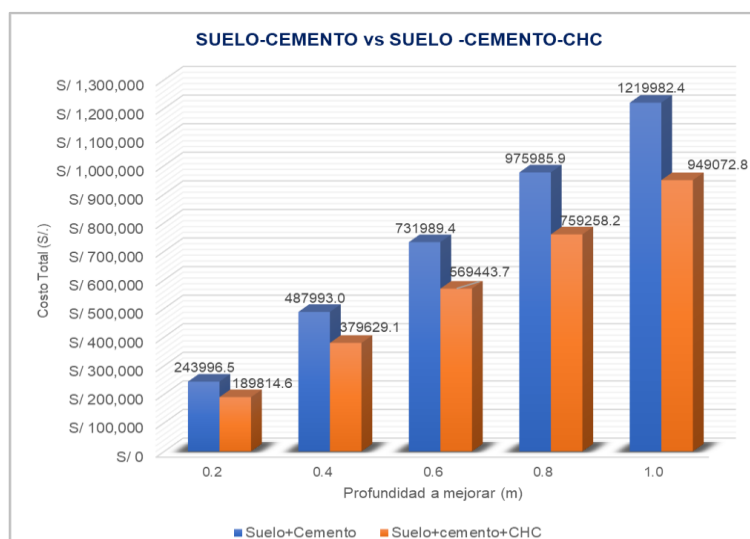
Costo unitario del suelo a mejorar empleando CHC.

Suelo a mejorar (tn)	Cemento Tipo I en 4.0%/ (tn)	Ceniza de hoja de coca en 3.0% /(tn)	CHC (S/.)	Costo Total (S/.)	Costo Unitario (S/. x m3)
5038.8	201.6	151.2	50388.0	189814.6	55.8
10077.6	403.1	302.3	100776.0	379629.1	55.8
15116.4	604.7	453.5	151164.0	569443.7	55.8
20155.2	806.2	604.7	201552.0	759258.2	55.8
25194.0	1007.8	755.82	251940.0	949072.8	55.8

Nota: En el cuadro anterior se observa que el costo unitario obtenido para diferentes profundidades a mejorar es de S/.55.8 soles el metro cubico de terreno mejorado.

Figura 4:

Comparación económica de mejoramiento con y sin CHC.



Nota: Como se observa en la tabla anterior si se llegara a mejorar una profundidad de 0.2m el costo para el mejoramiento u estabilización con cemento seria de S/. 243996.5 mientras que empleando Cemento y ceniza de hoja de coca resulta S/.189814.6 lo cual implicaría una reducción de costos en S/ 54,181.92. Mientras que si se mejora una profundidad de 1m el costo de inversión seria de S/.1219982.4 (solo empleando cemento), por el contrario, empleando cemento y ceniza de hoja de coca resulta S/.949072.8 resultado una reducción de costos en S/ 270,909.60.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Las características mecánicas y físicas de la subrasante de matriz fina se contrastaron con los valores medios hallados en los ensayos generales. Inicialmente, las muestras se examinaron utilizando el software Minitab V.19.0 junto con el estadístico Shapiro-Wilk para evaluar la distribución normal. A continuación, se aplicó el estadístico de la prueba de Student, que se emplea para la comprobación de hipótesis cuando la variable es continua y normal (Flores-Ruiz et al., 2017, p. 368).

▪ ÍNDICE DE PLASTICIDAD

- Normalidad de variable

i.Planteamiento de la normalidad

H_0 : Los datos del índice de plasticidad tienen normalidad

H_a : Los datos del índice de plasticidad no tienen normalidad

ii.Grado de relevancia empleada: $\alpha=5\%$ (0.05)

iii.Justificación estadística.

Se utilizó la prueba estadística SHAPIRO-WILK para los datos ($n < 50$)

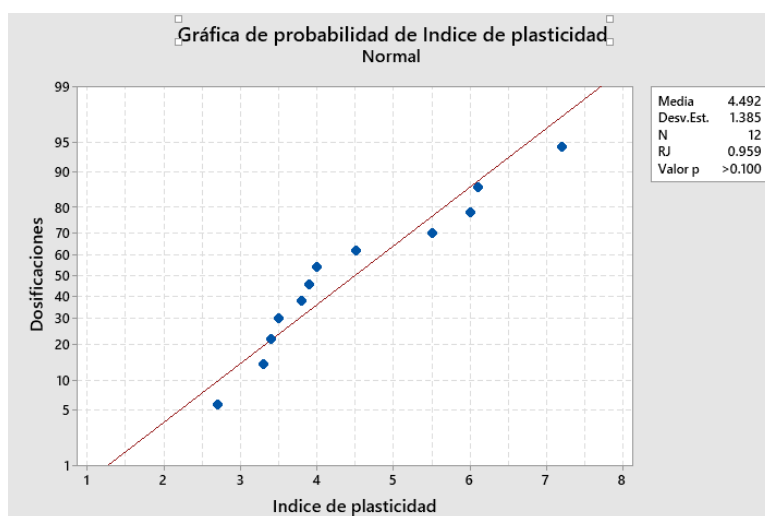
iv.Guía de determinación

Cuando p-valor sea ≤ 0.05 , se rechaza H_0

Cuando p-valor sea > 0.05 , se acepta H_0

Tabla 11:

Justificación de normalidad para índice de plasticidad



Nota: Se acepta la hipótesis nula, ya que el valor p de 0,100 es superior a 0,05, como muestra la figura.

v. Conclusión

Los valores del índice de plasticidad demuestran normalidad a un nivel de significación del 5%.

Contrastación de la hipótesis

El grado de correlación o influencia de la adición de ceniza de hoja de coca en la subrasante se evaluará utilizando el estadístico de prueba de ya que la prueba de normalidad indicó que la muestra sigue una distribución normal para los datos de plasticidad y las variables son variables cuantitativas continuas. “T STUDENT”.

i. Planteamiento de la hipótesis nula y alternativa

H_0 : *La incorporacion de Ceniza de Hoja de Coca **no** reduce la plasticidad*

H_a : *La incorporacion de Ceniza de Hoja de Coca reduce la plasticidad*

ii. Grado de relevancia empleada: $\alpha=5\%$ (0.05)

iii. Justificación estadística.

Por medio del estadístico de prueba T STUDENT

iv. Cálculo del punto critico

El punto crítico puede calcularse en esta fase utilizando el programa informático Minitab, que también nos proporciona la siguiente información:

Grados de libertad = $N-1$ $GL=12-1$ $GL=11$

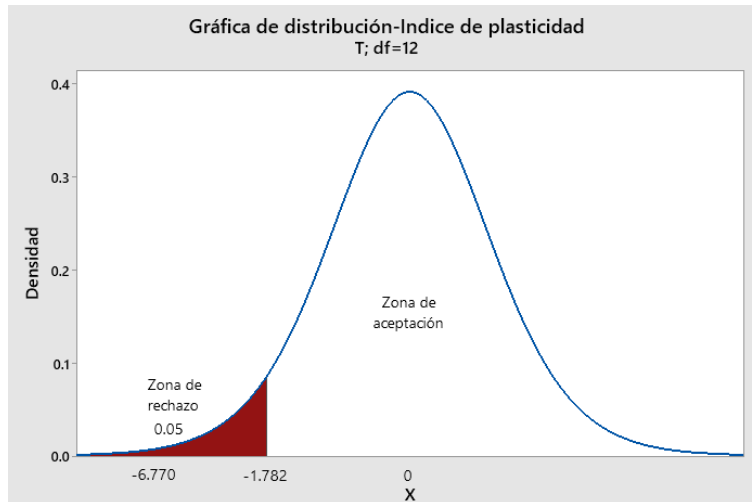
Tabla 12:

Punto crítico para la plasticidad de la subrasante

HIPÓTESIS NULA	HIPÓTESIS ALTERNA	VALOR Z=T	VALOR P
$H_0: \mu = 7.2$	$H_1: \mu \neq 7.2$	-6.77	0.002

Figura 5:

Punto crítico para el índice de plasticidad con el t calculado.



v. Toma de decisiones.

Se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, ya que nuestro valor T calculado se encuentra dentro de la zona de rechazo: “La incorporación de Ceniza de Hoja de Coca reduce la plasticidad.

▪ **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (RCS)**

- Normalidad de variable

i. Planteamiento de la normalidad

H_0 : Los datos de la RCS de la subrasante tienen normalidad

H_a : Los datos de la RCS de la subrasante No tienen normalidad

ii. Grado de relevancia empleada: $\alpha=5\%$ (0.05)

iii. Justificación estadística.

Se utilizó la prueba estadística SHAPIRO-WILK para los datos ($n < 50$)

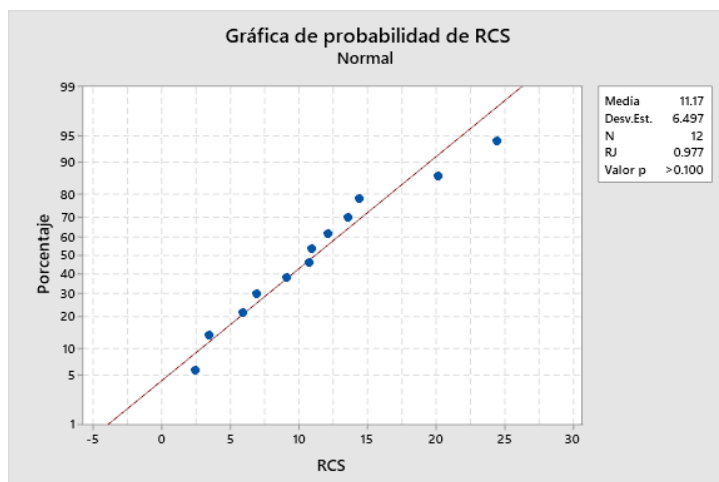
iv. Guía de determinación

v. Cuando p-valor sea ≤ 0.05 , se rechaza H_0

Cuando p-valor sea > 0.05 , se acepta H_0

Tabla 13:

Justificación de normalidad para la resistencia a la compresión



Nota: Se acepta la hipótesis nula, ya que el valor p de 0,100 es superior a 0,05, como muestra la figura.

vi. Conclusión

A un nivel de significación del 5%, los valores de resistencia a la compresión simple de la subrasante muestran normalidad.

Contrastación de la hipótesis

El grado de correlación o influencia de la adición de ceniza de hoja de coca en la subrasante se evaluará utilizando el estadístico de prueba de ya que la prueba de normalidad indicó que la muestra sigue una distribución normal para los datos de RCS de la subrasante y las variables son variables cuantitativas continuas. “T STUDENT”.

i. Planteamiento de la hipótesis nula y alternativa

H_0 : La incorporación de ceniza de hoja de coca **no** reduce la RCS de la subrasante

H_a : La incorporación de ceniza de hoja de coca reduce la RCS de la subrasante

ii. Grado de relevancia empleada: $\alpha=5\%$ (0.05)

iii. Justificación estadística.

Por medio del estadístico de prueba T STUDENT

iv. Cálculo del punto crítico

Para determinar el punto importante en esta fase, utilizaremos el programa informático Minitab, que proporciona la siguiente información:

Grados de libertad = N-1 GL=12-1 GL=11

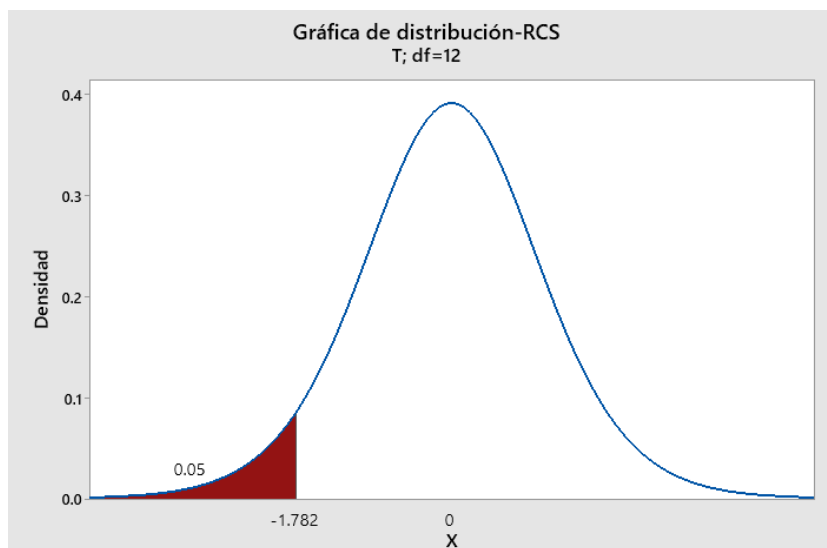
Tabla 14:

Punto crítico para la RCS de la subrasante

HIPÓTESIS NULA	HIPÓTESIS ALTERNA	VALOR Z=T	VALOR P
$H_0: \mu = 11.17$	$H_1: \mu \neq 11.17$	0.001	0.998

Figura 6:

Punto crítico para la RCS de la subrasante con el t calculado.



v. Toma de decisiones.

Se acepta la hipótesis nula, ya que el valor T estimado se sitúa dentro de la zona de aceptación: “La incorporación de ceniza de hoja de coca no reduce la RCS de la subrasante”, es decir incrementa la resistencia.

▪ **CBR DE LA SUBRASANTE**

- Normalidad de variable

i. Planteamiento de la normalidad

H_0 : Los datos del CBR de la subrasante tienen normalidad

H_a : Los datos del CBR de la subrasante no tienen normalidad

ii. Grado de relevancia empleada: $\alpha=5\%$ (0.05)

iii. Justificación estadística.

Se utilizó la prueba estadística SHAPIRO-WILK para los datos ($n < 50$)

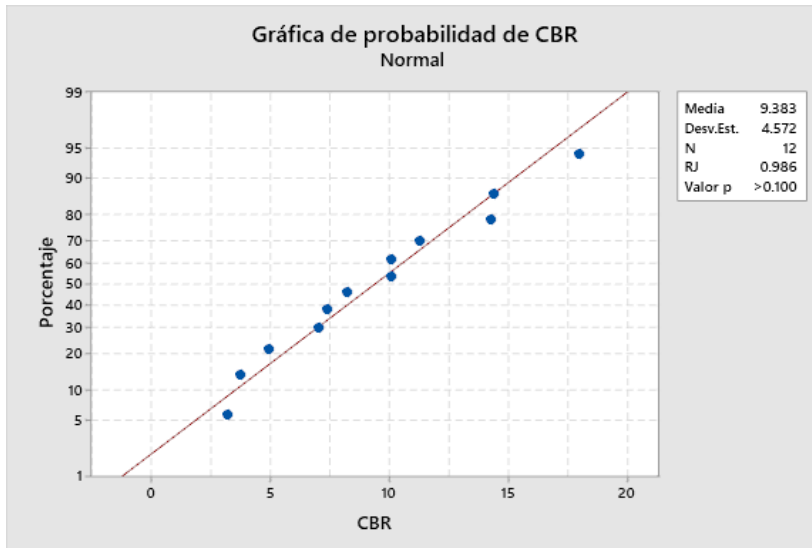
iv. Guía de determinación

Cuando p-valor sea ≤ 0.05 , se rechaza H_0

Cuando p-valor sea > 0.05 , se acepta H_0

Tabla 15:

Justificación de normalidad para el CBR de la subrasante



Nota: Se acepta la hipótesis nula, ya que el valor p de 0,100 es superior a 0,05, como muestra la figura.

v.Conclusión

Los valores del CBR del suelo si presentan normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Contrastación de la hipótesis

El estadístico de prueba de se utilizará para determinar el grado de correlación entre la incorporación de ceniza de hoja de coca en la subrasante fina y los datos de CBR de la subrasante, ya que la prueba de normalidad indicó que la muestra y las variables son variables cuantitativas continuas. “T STUDENT”.

i. Planteamiento de la hipótesis nula y alternativa

H_0 : La incorporacion de Ceniza de Hoja de Coca **no** reduce el CBR de la subrasante

H_a : La incorporacion de Ceniza de Hoja de Coca reduce el CBR de la subrasante

ii. Grado de relevancia empleada: $\alpha=5\%$ (0.05)

iii. Justificación estadística.

Por medio del estadístico de prueba T STUDENT

iv. Cálculo del punto critico

Para determinar el punto importante en esta fase, utilizaremos el programa informático Minitab, que proporciona la siguiente información:

Grados de libertad = N-1 GL=12-1 GL=11

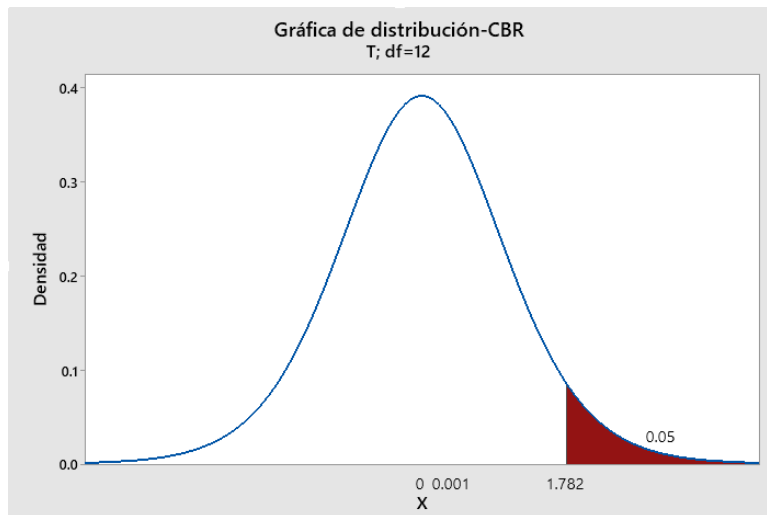
Tabla 16:

Punto crítico para el CBR de la subrasante

HIPÓTESIS NULA	HIPÓTESIS ALTERNA	VALOR Z=T	VALOR P
$H_0: \mu = 9.383$	$H_1: \mu \neq 9.383$	0.001	0.999

Figura 7:

Punto crítico para el CBR de la subrasante con el t calculado.



v. Toma de decisiones.

La hipótesis nula, que afirma que «la incorporación de ceniza de hoja de coca no reduce el CBR de la subrasante» -es decir, que aumenta el valor CBR- se acepta, ya que el valor de nuestro T calculado cae dentro de la zona de aceptación.

▪ **EVALUACIÓN ECONÓMICA**

- Normalidad de variable

i. Planteamiento de la normalidad

H_0 : Los datos de la evaluación económica tienen normalidad

H_a : Los datos de la evaluación económica no tienen normalidad

ii. Grado de relevancia empleada: $\alpha=5\%$ (0.05)

iii. Justificación estadística.

Se utilizó la prueba estadística SHAPIRO-WILK para los datos. ($n < 50$)

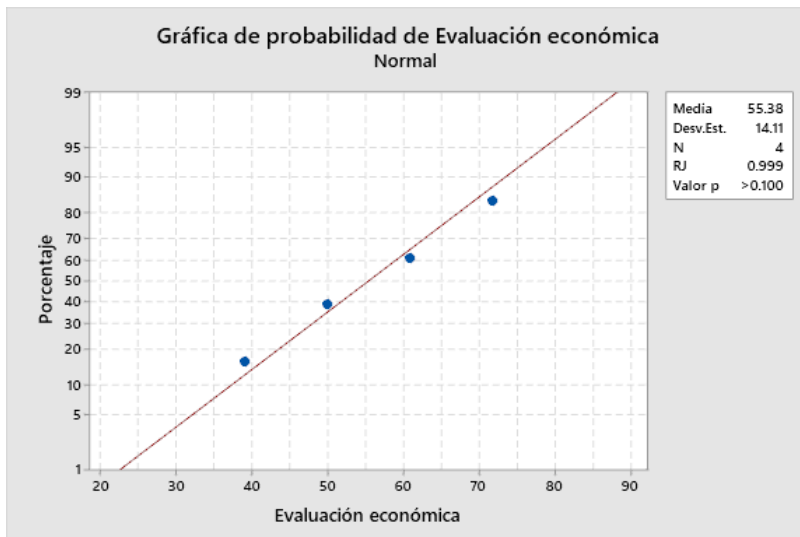
iv. Guía de determinación

Cuando p-valor sea ≤ 0.05 , se rechaza H_0

Cuando p-valor sea > 0.05 , se acepta H_0

Tabla 17:

Justificación de normalidad para la evaluación económica



Nota: Se acepta la hipótesis nula ya que, como se muestra en la imagen, el valor p es superior a 0,05, es decir, 0,100.

v. Conclusión

Los valores de la evaluación económica de la subrasante si presentan normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Contrastación de la hipótesis

El estadístico de prueba de será utilizado para determinar el grado de conexión de la incorporación de ceniza de hoja de coca ya que la prueba de normalidad indicó que la muestra sigue una distribución normal para los datos de evaluación económica de la subrasante fina y las variables son variables cuantitativas continuas. “T STUDENT”.

i. Planteamiento de la hipótesis nula y alternativa

H_0 : La incorporacion de Ceniza de Coca No reduce el valor económico de la subrasante

H_a : La incorporación de Ceniza de Coca reduce el valor económico de la subrasante

ii. Grado de relevancia empleada: $\alpha=5\%$ (0.05)

iii. Justificación estadística.

Por medio del estadístico de prueba T STUDENT

iv. Cálculo del punto crítico

Para determinar el punto importante en esta fase, utilizaremos el programa informático Minitab, que proporciona la siguiente información:

Grados de libertad = $N-1$ $GL=4-1$ $GL=3$

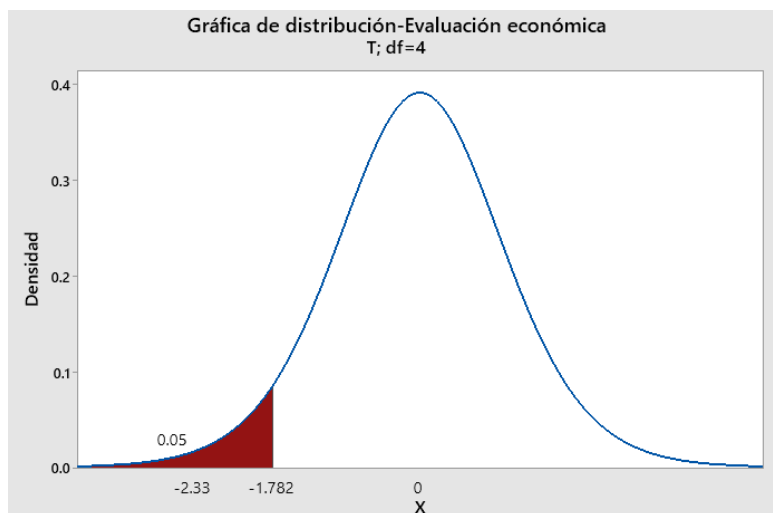
Tabla 18:

Punto crítico para la evaluación económica de la subrasante

HIPÓTESIS NULA	HIPÓTESIS ALTERNA	VALOR Z=T	VALOR P
$H_0: \mu = 71.8$	$H_1: \mu \neq 71.8$	-2.33	0.020

Figura 8:

Punto crítico para la evaluación económica con el t calculado.



v. Toma de decisiones.

Se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, ya que nuestro valor T calculado se encuentra dentro de la zona de rechazo: “La incorporación de Ceniza de hoja de coca reduce el valor económico de la subrasante”.

III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. La Ceniza de hoja de coca tiene influencia significativa sobre la el índice de plasticidad de la subrasante de matriz fina, ya que disminuye este valor, el nivel ideal en el que la plasticidad es de 3,0% de ceniza 4.5% y llegando a ser no plásticos, dichos valores son menores al suelo control, Es decir, la reducción fue del 76,50%, demostrando la utilidad de la ceniza de hoja de coca para disminuir la flexibilidad de la subrasante de matriz fina..
2. La Ceniza de hoja de coca tiene influencia positiva sobre la resistencia a la compresión simple de la subrasante de matriz fina, la cantidad ideal de ceniza de hoja de coca es 3.0%, punto en el cual la resistencia aumenta a 12.56 kg/cm², que es mayor que la resistencia del suelo control, que es 4.11 kg/cm². Esto indica una reducción del 76,50% o un aumento del 205,60%, lo que indica la utilidad de la ceniza de hoja de coca como aditivo para mejorar la resistencia de la subrasante de matriz fina.
3. La Ceniza de hoja de coca tiene influencia positiva sobre el CBR de la subrasante de matriz fina, puesto que incrementa este valor, siendo el 3.0% de Ceniza de hoja de coca el valor óptimo donde el CBR es de 10.60%, es decir que el incremento fue de 206.36%, evidenciándose de esta manera que las cenizas de hoja de coca es un buen aditivo mejorar el parámetro mecánico de la subrasante de matriz fina.
4. El empleo de material alternativo como la hoja de coca (ceniza) puede permitir reducir costos y contribuir a la reducción de la contaminación ambiental, debido a que este material puede reemplazar parcialmente al cemento permitiendo estabilizar y/o mejorar el suelo a bajos costos, pasando de ratios de S/.71.8 a S/.55.8 por m³.

RECOMENDACIONES

- Teniendo en cuenta los valores establecidos para el objetivo principal, pudimos observar que, si hubo una mejora en las propiedades mecánicas de las subrasantes de matriz fina, recomendando que se investigue más el comportamiento de la ceniza de coca en relación con las características físicas del suelo fino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Apolinares, A. (2018). *Estabilización de la Sub rasante con la incorporación de Ceniza Vegetal, Jauja*. Tesis (Ingeniero Civil). Huancayo: UPLA, Facultad de Ingeniería.
- Alegría, E. y Lago, K. (2021). *Mejoramiento de la subrasante adicionando ceniza de cebada para el acceso al vertedero de la provincia de Andahuaylas Apurímac – 2021*. Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo. pp.1 disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/92015>.
- Álvarez, N., Gutiérrez, J., Duran, G. y Pacheco, L. (2020). *Experimental study of the mechanical effect of a clayey soil by adding rubber powder for geotechnical applications*. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 758 Disponible en <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/651767>.
- Anand, K., Pradeep G., Adithya, B. (2022). *Bottom Ash Stabilized Subgrade Soil Admixed with Sugarcane Bagasse Ash*. *Earthquake Geotechnics*. Disponible en <https://bit.ly/3w1qCH5> ISSN: 2366-2557.
- Baema, G. (2017). *Metodología de investigación. México – México*. Disponible en: <https://bit.ly/3OcLKkN>
- Bayshakhi, N. (2017). *Study on strength behavior of organic soil stabilized with fly ash*. *International scholarly research notices*, Vol. 2017. Disponible en <http://bitly.ws/BCcv>
- Chang, E., Villalta, J., Fernández, C. y Duran, G. (2020). *Improvement of physical, mechanical and strength behavior of cohesive soils with natural pozzolana and brick dust*. Disponible en <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/651792>.
- Cañar, T., Edwin S. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón*. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25266>
- Carbajal, I., López, A. (2018). *Evaluación de la estructura del pavimento flexible de la carretera Chimbote - cambio puente, tramo calle Angamos hasta el km 9+000 - propuesta de solución-2018*. (Tesis). Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, 2015. Disponible en: <http://bitly.ws/AiXT>

- Fernández, L., Josué A., Mejía R., David, R., Zelaya A., y César E. (2016). *Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la universidad de El Salvador*. El Salvador.
- Espinoza, F. (2019). *Las variables y su operacionalización en la investigación educativa*. *Conrado*, 15(69), 171-180. Recuperado en 14 de marzo de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000400171&lng=es&tlng=es
- Haque, T., Tanvir H., Mohammad S. y Farooq M. (2022). *Stabilization of soil by rice husk ash*. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/345876339_stabilization_of_soil_by_rice_husk_ash.
- Kumar, S., Adithya, B., Pradeep, V., Anand, P. (2022). *Bottom Ash Stabilized Subgrade Soil Admixed with Sugarcane Bagasse Ash*. *Department of Civil Engineering, Amrita School of Engineering. Volume11*. Disponible en <http://bitly.ws/BCcj>
- Landa, J., Torres, S. (2019). *Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de Cenizas Volantes de Bagazo de Caña de Azúcar y Cal*. Lima. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/626177>
- Laguna, O., Chacón, J. (2020). *Análisis comparativo del comportamiento a la resistencia de un suelo fino con adición de ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de cascarilla de café*. (Tesis). Universidad Piloto de Colombia, Colombia. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/9352>
- Maquera, F., Aquino C. (2021). *Estabilización de suelos arcillosos en caminos vecinales, modificado con cal y ceniza volante, carrera acora-jayujayu, acora, puno-2021*. lima, Perú. obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64809?show=full>
- Martínez, E. (2019). *Estabilización de suelos cohesivos con aditivo órganosilanos a nivel de subrasante*. (Tesis). Universidad Peruana Los Andes, Huancayo-Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12848/1366>
- Muhammad, H., Liaqat, A. y Muhammad, J. (2019). *Soil stabilization in Skardu Region of Gilgit Baltistan using wood Ash*. *International Journal of Scientific & Engineering Research. Volume13*. Disponible en <http://bitly.ws/ApYy>
- Musab, S. (2020). *Partial replacement effect of firewood ash (fwa) on the geotechnical properties of clay stabilized with cement*. *International Journal of Scientific & Engineering Research. Volume16*. Disponible en <http://bitly.ws/BCbR>

- MTC (2014). “*Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos; Sección Suelos y pavimentos*”. Lima – Perú.
- Muelas, Á. (2021). *Manual de Mecánica de Suelos y cimentaciones*. Madrid – España. Disponible en: <https://bit.ly/3M9zHTv>
- Nath, B., Ali K., y Sarkar G. (2017). *Study on strength behavior of organic soil stabilized with fly ash. International scholarly research notices*.
- Nieto, J. (2019). *Evaluación del uso de aditivos químicos no tradicionales como estabilizadores de suelos limosos para caminos productivos de bajo volumen de tránsito* (Tesis). Universidad Técnica Federico Santa María, Chile. <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/47413>.
- Sarker, D., Shahrear A., Omar K., Narendra W., Y Lynam J. (2021) *Application of sustainable lignin stabilized expansive soils in highway subgrade. geotechnical special publication*. Disponible en <https://bit.ly/3w20oUY>.
- Rathan, R., Banupriya S., y Dharani R. (2016). *Stabilization of soil using rice husk ash. Int. J. Comput. Eng. Res*, 6(2), 43-50.
- Rangel, R. (2018). *Revista del Instituto Nacional de Higiene*.
- Yadav, A., Gaurav K., Kishor R., y Suman S. (2017). *Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads. International journal of pavement research and technology*.

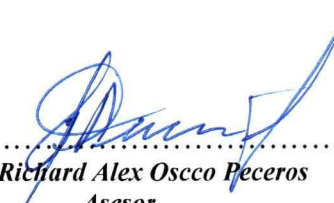
**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS****Bach. PETHER HUAMANI PRADO****R.D. N° 104-2024-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho a dos días del mes de abril del año dos mil veinticuatro, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del M.Sc. Federico Quicaño Suárez Decano (e) de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del jurado conformado por el M.Sc. Federico Quicaño Suárez, Mtro. Richard Alex Oscoco Peceros como asesor, Ing. Orlando Fidel Sulca Castilla y Ing. Nilo Armando Quispe Ccahuin; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulada: **Incorporación de la ceniza de hoja de coca para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho - 2023.** para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola presentado por la Bachiller **PETHER HUAMANI PRADO.**

El señor Decano, previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
M.Sc. Federico Quicaño Suárez	16	14	15	15
Mtro. Richard Alex Oscoco Peceros	16	16	16	16
Ing. Orlando Fidel Sulca Castilla	16	15	16	16
Ing. Nilo Armando Quispe Ccahuin	15	14	15	15
PROMEDIO GENERAL				16

Acto seguido se invita al sustentante y publico en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.


.....
M.Sc. Federico Quicaño Suárez
Presidente
.....
Mtro. Richard Alex Oscoco Peceros
Asesor
.....
Ing. Orlando Fidel Sulca Castilla
Jurado
.....
Ing. Nilo Armando Quispe Ccahuin
Jurado
.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente

**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe coordinador responsable de la valoración y verificación de originalidad de los trabajos de investigación y de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, designado mediante la RCF N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

Incorporación de la ceniza de hoja de coca para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho – 2023

Autor : Pether Huamani Prado
Asesor : Richard Alex Oscoco Peceros

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **veintitres (23 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2392454356

Ayacucho, 31 de mayo de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias

Dr. Yuri Galvez Gastelu
Coordinador de Control de Originalidad de
trabajo de investigación y tesis - FCA

Incorporación de la ceniza de hoja de coca para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho – 2023

por Pether HUAMANI PRADO

Fecha de entrega: 31-may-2024 07:11a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2392454356

Nombre del archivo: TESIS_DE_PETHER_HUAMANI_PRADO_INGENIERIA_AGRICOLA_2024_FCA.docx
(43.25M)

Total de palabras: 17212

Total de caracteres: 91510

Incorporación de la ceniza de hoja de coca para el mejoramiento de subrasante de matriz fina, Ayacucho – 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

19%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	8%
Trabajo del estudiante		
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo	6%
Trabajo del estudiante		
3	repositorio.ucv.edu.pe	4%
Fuente de Internet		
4	hdl.handle.net	1%
Fuente de Internet		
5	civiltotal.blogspot.com	1%
Fuente de Internet		
6	1library.co	1%
Fuente de Internet		
7	core.ac.uk	1%
Fuente de Internet		
8	repositorio.continental.edu.pe	<1%
Fuente de Internet		

9	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.ucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Universidad de Málaga - Tii Trabajo del estudiante	<1 %
13	www.repositorioacademico.usmp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo