



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Estabilización de subrasantes blandas con cenizas de tallos de
banano en zonas tropicales, avenida Manu, Salvación, Madre de
Dios 2021**

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

AUTOR:

Corrales Alvarez, Jose Marcelo (orcid.0000-0003-4514-7068)

ASESOR:

Dr. Muñiz Paucarmayta, Abel Alberto (orcid.org/0000-0002-1968-9122)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

Lima – Perú

2021

Dedicatoria

Dedicado a toda mi familia, mi padre J. Manuel Corrales Vizcarra, mi madre Gladys R. Alvarez Muñoz, mí hermana Daniela Corrales Alvarez. Eduardo Flores Yabar, mis amistades y seres queridos por su apoyo constante e incondicional para el cumplimiento de mis objetivos.

Agradecimiento

Agradecimiento especial a la Universidad Cesar Vallejo por darme la oportunidad de formar parte de su círculo estudiantil académico.

A mi asesor Dr. Abel Alberto Muñiz Paucarmayta por la guía y apoyo durante el desarrollo de la investigación.

Al ingeniero Nicolas W. Bermejo Colque por su compromiso y apoyo incondicional.

A mis amistades y familiares por su apoyo, confianza y colaboración a lo largo de la investigación.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	15
3.1. Tipo y diseño de investigación	15
3.2. Variables, Operacionalización.....	16
3.3. Población, muestra y muestreo.....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimientos	19
3.6. Método de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos éticos	36
IV. RESULTADOS	37
V. DISCUSIÓN	51
VI. CONCLUSIONES	55
VII. RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS.....	58
ANEXOS	61

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad.....	9
Tabla 2. Características del ensayo California Bearing Ratio ASTM D1557	12
Tabla 3. Categorías de subrasante según el CBR	12
Tabla 4. Rangos del módulo resiliente	13
Tabla 5. Requisitos de los materiales.....	14
Tabla 6. Rangos de Validez	18
Tabla 7. Puntajes de Validez.....	18
Tabla 8. Rangos de confiabilidad	18
Tabla 9. Análisis fisicoquímico de la ceniza de tallo de banano.	22
Tabla 10. diseño de mezclas suelo - ceniza.....	23
Tabla 11. Clasificación de suelo calicata 01, 02 y 03.....	25
Tabla 12. Límites de consistencia calicata 1, 2 y 3	26
Tabla 13. Ensayo Proctor modificado, calicatas 1,2 y 3.....	27
Tabla 14. Ensayo de CBR de las calicatas 01, 02 y 03.....	28
Tabla 15. Cálculo del Módulo resiliente de calicatas 1, 2 y 3	28
Tabla 16. Límites de consistencia suelo patrón.....	30
Tabla 17. Ensayo Proctor modificado con 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano	33
Tabla 18. Ensayo de CBR adicionando 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano	35
Tabla 19. Variación de la estabilización de subrasante con cenizas de tallo de banano.	36
Tabla 20. Límites de consistencia suelo patrón adicionando ceniza de tallo de banano.	39
Tabla 21. Compactación adicionando 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano	40
Tabla 22. Ensayo de CBR adicionando 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano.	42
Tabla 23. Módulo resiliente con adición de ceniza en 3%, 5% y 7%.....	43
Tabla 24. Variación de la estabilización de subrasante con cenizas de tallo de banano.	44

Tabla 25. Prueba de normalidad de la plasticidad de la subrasante estabilizada con ceniza de tallo de banano.....	45
Tabla 26. Prueba de correlación de Spearman en la plasticidad de la subrasante estabilizada con ceniza de tallo de banano	46
Tabla 27. Prueba de normalidad de la compactación de la subrasante estabilizada con ceniza de tallo de banano	46
Tabla 28. Prueba de correlación de Pearson en la compactación de la subrasante estabilizada con ceniza de tallo de banano	47
Tabla 29. Prueba de normalidad del CBR de la subrasante estabilizada con ceniza de tallo de banano.....	48
Tabla 30. Prueba de correlación de Pearson en el CBR de la subrasante estabilizada con ceniza de tallo de banano.....	48
Tabla 31. Prueba de normalidad del módulo resiliente de la subrasante estabilizada con ceniza de tallo de banano	49
Tabla 32. Prueba de correlación de Pearson en el módulo resiliente de la subrasante estabilizada con ceniza de tallo de banano.	50

Índice de figuras

Figura 1. Zona de estudio, Avenida Manu, Salvación	2
Figura 2. Plantación de banano.....	2
Figura 3. Temperatura de descomposición del pseudotallo de banano	9
Figura 4. Variación del Módulo resiliente con respecto al CBR.....	13
Figura 5. Recolección de tallos de banano	20
Figura 6. Secado de los tallos de banano en Fito toldo artesanal	20
Figura 7. Corte y reducción de tallos de banano	21
Figura 8. Incineración de tallos de banano.....	21
Figura 9. Tamizaje de cenizas de tallos de banano	22
Figura 10. Calicata 01 progresiva 0+523.....	24
Figura 11. Calicata 02 progresiva 0+653.....	24
Figura 12. Calicata 03 progresiva 0+783.....	24
Figura 13. Granulometría calicata 1, 2 y 3	25
Figura 14. Limite liquido de calicatas 01, 02 y 03.....	26
Figura 15. Ensayo Proctor modificado calicatas 01, 02 y 03	27
Figura 16. CBR de calicatas 1, 2 y 3	28
Figura 17. Suelo patrón +3% de ceniza de tallo de banano	29
Figura 18. Suelo patrón + 5% de ceniza de tallo de banano	30
Figura 19. Suelo patrón + 7% de ceniza de tallo de banano	30
Figura 20. Índice de plasticidad con adición de ceniza de tallo de banano	31
Figura 21. Suelo patrón + 3% de ceniza de tallo de banano	32
Figura 22. Suelo patrón + 5% de ceniza de tallo de banano	32
Figura 23. Suelo patrón + 7% de ceniza de tallo de banano	32
Figura 24. Compactación máxima con adición de 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano	33
Figura 25. CBR del Suelo patrón + 3% de ceniza de tallo de banano.....	34
Figura 26. CBR del suelo patrón + 5% de ceniza de tallo de banano	34
Figura 27. CBR del suelo patrón + 7% de ceniza de tallo de banano	34
Figura 28. Mapa político del Perú.....	37
Figura 29. Mapa político del departamento Madre de Dios	37
Figura 30. Mapa de la provincia de Manu	37
Figura 31. Mapa del distrito de Manu	37

Figura 32. Ensayo de límite líquido	38
Figura 33. Determinación de humedad	38
Figura 34. Índice de plasticidad con 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano.	39
Figura 35. Compactación de material ensayo Proctor modificado	40
Figura 36. Selección de materiales pasantes tamiz $\frac{3}{4}$ " ensayo de Proctor modificado	40
Figura 37. Cambios de la compactación con 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano	41
Figura 38. Ejecución de ensayo CBR.....	41
Figura 39. Sumergimiento de moldes CBR	41
Figura 40. Variación del California Bearing Ratio con la adición de ceniza de tallo de banano.	42
Figura 41. Variación del módulo resiliente con 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano	43

Resumen

La presente investigación titula “Estabilización de Subrasantes Blandas con Cenizas de Tallos de Banano en Zonas Tropicales, Avenida Manu, Salvación, Madre de Dios 2021”, cuyo objetivo es determinar la variación de la estabilización en la subrasante con la adición de ceniza de tallos de banano en la avenida Manu, Salvación, Madre de Dios 2021. Como metodología se aplicó el enfoque cuantitativo, del tipo aplicada, del nivel explicativo y diseño cuasi experimental, la población es la avenida Manu de 906.4m, la muestra es desde la progresiva 0+523m hasta 0+783m de la avenida Manu, el muestreo es no probabilístico, la técnica es la observación directa y el instrumento las fichas de recopilación de datos.

Los principales resultados son que la plasticidad disminuye de 7.80% a 5.9% incorporando 3% de ceniza de tallo de banano, la compactación disminuye desde 1.58gr/cm³ a 1.574gr/cm³ adicionando 5% de ceniza de tallo de banano, el CBR (95% MDS) mejora desde 3.9% hasta 8.3% adicionando 7% de ceniza de tallo de banano y el módulo resiliente se incrementa desde 6104.8psi hasta 9899.2psi incorporando 7% de ceniza. Se concluye que la estabilización de subrasante adicionando ceniza de tallos de banano presenta mejoras en la resistencia de la subrasante.

Palabras clave: Estabilización, incineración, Ceniza, Tallo, Banano.

Abstract

This research is entitled "Stabilization of Soft Subgrades with Ashes from Banana Stems in Tropical Zones, Avenida Manu, Salvacion, Madre de Dios 2021", whose objective is to determine the variation of stabilization in the subgrade with the addition of ashes from banana stems. Banana on Manu Avenue, Salvacion, Madre de Dios 2021. As a methodology, the quantitative approach was applied, of the applied type, of the explanatory level and quasi-experimental design, the population is Manu Avenue of 906.4m, the sample is from the progressive 0 +523m to 0+783m from Manu Avenue, the sampling is non-probabilistic, the technique is direct observation and the instrument is the data collection sheets.

The main results are that plasticity decreases from 7.80% to 5.9% incorporating 3% banana stem ash, compaction decreases from 1.58gr/cm³ to 1.574gr/cm³ adding 5% banana stem ash, the CBR (95% MDS) improves from 3.9% to 8.3% by adding 7% banana stem ash and the resilient modulus increases from 6104.8psi to 9899.2psi by adding 7% ash. It is concluded that the stabilization of the subgrade by adding banana stem ash presents improvements in the resistance of the subgrade.

Keywords: Stabilization, incineration, Ash, Stem, Banana.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad se vienen realizando estabilizaciones de subrasantes con diversos métodos y materiales, en el contexto internacional según la Asociación Mundial de Carreteras (2014), las carreteras son la principal causa para el crecimiento económico de un país puesto que genera diferentes beneficios e impactos positivos en la sociedad, un país crece directamente gracias a las infraestructuras carreteras puesto que se generan grandes movimientos económicos, sociales y tecnológicos logrando satisfacer las necesidades y diferentes servicios de la población; realizar el restablecimiento y mantenimiento de las carreteras con tecnologías naturales o artificiales mejorando la subrasante y estructuras de caminos contribuyen con el desarrollo de un país.

En el ámbito nacional según el Ministerio del Ambiente (2014), en la amazonia peruana se presentan precipitaciones de gran magnitud de diciembre hasta abril aumentando así el daño en las infraestructuras de los caminos viales, siendo deteriorados con mayor frecuencia, generando pérdidas económicas y dejando incomunicados a los pobladores en general, afectando así las estructuras de los caminos como es el caso de subrasante, perdiendo así su funcionabilidad y durabilidad, por ello es necesario que estas estructuras cumplan su función de manera correcta y óptima, motivo por el cual se ha ido diseñando diferentes métodos para poder corregir estas situaciones presentando la alternativa de adicionar ceniza de tallo de banano para mejorar la subrasante del suelo, reforzando su resistencia y mejorando sus propiedades físicas.

En Salvación, provincia del Manu, Madre de Dios se viene presentando el problema de tener deficientes estabilizaciones en los caminos viales desde tiempos remotos, a causa del tipo de suelo, las lluvias, escorrentías e inundaciones, generándose así inestabilidad y deterioro de las subrasantes, las lluvias son la principal causa, generando daños a los caminos viales como a su estructura, generando aún más daños en suelos arcillosos que tienen capacidad de resistencia baja, y debido a que estos se contraen y expanden generando asentamientos y deterioro de las vías de acceso, produciéndose interrupciones en el transporte, generando así una incomunicación de pobladores y grandes pérdidas económicas, y retrasando así el

progreso en la población, es por tal motivo se elabora la investigación denominada “Estabilización de Subrasantes Blandas con Cenizas de Tallos de Banano en Zonas Tropicales, Avenida Manu, Salvación, Madre de Dios 2021”, siendo esta una nueva tecnología en la ingeniería de caminos en zonas tropicales pudiendo así solucionar este problema , como tal se aprecian en las figura 1 y en la figura 2.



Figura 1. Zona de estudio, avenida Manu, Salvación



Figura 2. Plantación de banano

Consecuentemente se realizó la formulación del problema general, ¿Cuánto varía la estabilización de subrasante con la adición de ceniza de tallos de banano en la avenida Manu, Salvación, Madre de Dios 2021?, así como también se plantearon los problemas específicos, primero: ¿Cuánto cambia la plasticidad con la adición de ceniza de tallo banano para estabilizar la subrasante en la avenida Manu, Salvación, Madre de Dios 2021?, segundo: ¿Cuánto cambia la compactación en la estabilización de subrasante con ceniza tallos de banano en la avenida Manu, Salvación, Madre de Dios 2021?, tercero: ¿Cuánto varía el californian bearing ratio (CBR) de la estabilización de subrasante con la adición de ceniza de tallos de banano en avenida Manu, Salvación, Madre de Dios 2021?, y cuarto: ¿Cuánto cambia el módulo resiliente de la subrasante con la adición de ceniza de tallo de banano en la avenida Manu, Salvación, Madre de Dios, 2021?.

El estudio realizado es justificable por tratarse de una nueva tecnología aplicable a caminos viales generando un impacto positivo en Salvación, sirviendo como guía para que otros profesionales estudien y mejoren estas tecnologías, mejorando la calidad de vías así como la calidad vida de los ciudadanos. Se presenta las justificación teórica: Esta investigación se elaboró con el fin de proporcionar los datos adquiridos de forma aplicativa poniendo en marcha nuevos conocimientos en los suelos estabilizados con ceniza de tallos de banano para proponer y mejorar las

características de los suelos; la justificación práctica: la investigación se realiza para proponer las posibles soluciones de los problemas de subrasantes blandas en carreteras, estas soluciones nos ayudaran a reducir los efectos negativos como pérdidas económicas y sociales. Así mismo se realizó por las deficiencias de subrasantes en suelos arcillosos, teniendo la ceniza de tallos de banano como un recurso implementado como solución para la estabilización de subrasantes.

Por consiguiente, la justificación social: socialmente esta investigación se planteó como una opción para acabar con el problema social económico del medio local, regional y nacional, la ceniza de tallos de banano aumenta las propiedades físicas de la subrasante, de este modo se tendrá mejores vías de comunicación, como también mejores accesos, así mismo a los productos básicos y tecnología de esta forma se mejorara la economía en la zona en investigación; en seguida la justificación metodológica: Este estudio se desarrolla con el motivo de obtener mejoras en la calidad del suelo para lo cual se emplearon diversos instrumentos que contribuyeron con la investigación para cumplir los objetivos, para posteriormente poner en práctica en los caminos viales con los resultados obtenidos.

Dentro de los objetivos se tiene el objetivo general: Determinar la variación de la estabilización en la subrasante con la adición de ceniza de tallos de banano en la avenida Manu, Salvación, Madre de Dios 2021, conllevando a los objetivos específicos: primero: Cuantificar el cambio en la plasticidad de la subrasante al adicionar ceniza de tallo de banano en la avenida Manu, Salvación, Madre de Dios 2021, segundo: Estimar los cambios de la compactación al estabilizar la subrasante con ceniza de tallos de banano en la avenida Manu, Salvación, Madre de Dios 2021., tercero: Calcular la variación del california bearing ratio de la estabilización en la subrasante con la adición de ceniza de tallos de banano en la avenida Manu, Salvación, Madre de Dios 2021, y cuarto: Calcular el cambio del módulo resiliente de la subrasante con la adición de ceniza de tallo de banano en la avenida Manu, Salvación, Madre de Dios, 2021.

Asimismo la hipótesis general es: La estabilización de subrasante con la adición de ceniza de tallos de banano varía notablemente en la avenida Manu, Salvación,

Madre de Dios 2021, las hipótesis específicas son: primero: La ceniza de tallo de banano cambia la plasticidad de la subrasante en la avenida Manu, Salvación, Madre de Dios 2021, segundo: La ceniza de tallo de banano cambia la compactación de la subrasante en la avenida Manu, Salvación, Madre de Dios 2021, tercero: La estabilización de subrasante con ceniza de tallos de banano varia considerablemente el california bearing ratio en la avenida Manu, Salvación, Madre de Dios 2021 y cuarto: La ceniza de tallo de banano cambia el módulo resiliente de la subrasante en la avenida Manu, Salvación, Madre De Dios 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales se tiene el argumento de Diaz (2018), en su tesis tuvo como objetivo evaluar si la ceniza de cáscara de arroz aportan en el mejoramiento de la subrasante Lonya Grande, Amazonas 2018, el estudio fue del tipo: aplicada. La población de estudio fue conformada por la carretera Dv San Martin – Lonya Grande, Amazonas; la muestra son los ensayos de CBR y Proctor Modificado, el muestreo fue no probabilístico. Los instrumentos fueron los equipos para la realización de ensayos de CBR y Proctor modificado. Se concluyó que: Los resultados demostraron que el suelo estabilizado con ceniza de cáscara de arroz trae cambios favorables. El cambio más significativo se da al mezclar el suelo arcilloso con ceniza de cáscara de arroz al 20 %, consiguiendo que la capacidad portante de la subrasante mejore, los datos que se presentaron de CBR al 95 % mejoría fue de 8.0% hasta 13.80% así mismo el CBR al 100% de 9.7% a 15.2%.

Asimismo Casas (2020), cuyo objetivo general fue: la evaluación de la influencia de ceniza de carbón mineral (CCM) en la estabilización de suelos cohesivos en subrasante en realizó entre el Pasaje 30 de Mayo – Jirón Mariátegui del Anexo de Uñas, provincia Huancayo y Región Junín, la investigación fue: aplicada, donde la población fue: 560 kilos de suelo patrón con adición de la ceniza de carbón mineral, la muestra fue: la evaluación de tres calicatas a 1.7 metros de profundidad, los principales resultados fueron: mejorar la estabilización de los suelos cohesivos parcialmente con los porcentajes de 5 % y 7 % de CCM, se concluyó: se determinó que la capacidad de soporte (CBR) en la mezcla aumenta desde 2.2 % que es el valor inicial hasta 5.5 %, 6 % y 7.5 % con el 3 %, 5 % y 7 % de CCM respectivamente, obteniendo buenos resultados con el 5 % y 7 %.

Como antecedentes internacionales se tiene la tesis elaborada por Camelo y Gonzales (2021), tuvo como objetivo: evaluar la influencia de las propiedades resilientes de subrasante estabilizadas con ceniza volante, el tipo de investigación fue aplicada, la muestra consta de 7 especímenes, donde los principales resultados fueron: al analizar la estructura del pavimento con el software Abaqus, se observó que, al incorporar porcentajes de ceniza volante y cal en el suelo de la subrasante, se reducen las deformaciones verticales, aumentando el aporte a la estructura y la

resistencia del suelo. La estabilización de subrasante adicionando el 10% de mezcla de ceniza volante y cal, reduce un 89.92% la deformación vertical con relación a la subrasante sin estabilizar.

Como artículos internacionales Ojeda, Mendoza y Baltazar (2018), en su artículo cuyo objetivo fue: estudiar la influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como sustituto parcial del Cemento Portland Compuesto (CPC) para aumentar las propiedades de un suelo granular arenoso, donde se comparó el suelo natural en estudio y la mezcla con porcentajes de 3%, 5% y 7% de cemento portland como porcentajes de control, ejecutándose sustituciones parciales del mismo por CBCA en porcentajes de 0%, 25%, 50% y 100% con respecto al peso del suelo en estado seco, llegando a la conclusión: El uso de CBCA como único material a ser empleado en mejoramientos de suelos granulares muestra mejorías en la resistencia del suelo, en el CBR se logró para el caso de adición de 5 y 7 % valores positivos de CBR que cumplen con las normativas vigente como materiales de bases.

Asimismo Kazeem *et al* (2019), en su artículo donde se investigó los efectos del suelo al adicionar 2%, 4%, 6%, 8% y 10% de ceniza de cascara de plátano (PPA), los principales resultados fueron: el suelo está clasificado como CL según el SUCS y clasificación A-7-5 de la AASHTO (1986), la plasticidad se disminuyen al agregarse mayor porcentaje de PPA, el valor del índice de plasticidad aumentó inicialmente de 23,35 % para el suelo natural al 29,65 % con un contenido de PPA del 2 % y a partir de entonces disminuyó a 18,3 % con un contenido de PPA del 10 %, se concluyó que la ceniza de cascara de plátano afecta significativamente las características del suelo.

Como artículos en otro idioma Pereira y Carvalho (2021), en su artículo el uso de cal para la estabilización de suelos utilizados en ingeniería, publicado en la revista científica multidisciplinar el núcleo del conocimiento, que expone características y propiedades del uso de la cal para la estabilización de los procesos utilizados en ingeniería, concluyendo: la adición de cal al suelo tiene una gran influencia en la fracción arcillosa del suelo y puede promover mejoras en las características geotécnicas de los suelos. Su uso en la solución de ingeniería puede reducir los costos, especialmente en lugares con predominio de suelos finos. Siendo

importante controlar el porcentaje de cal utilizado en la mezcla para que se encuentre mejor trabajabilidad, mayor resistencia, control de plasticidad y acidez, reducción de la expansión y permeabilidad del suelo.

También Olowofoyeku *et al* (2021), en su artículo donde se estabilizó suelos lateríticos con ceniza de paja de caña de azúcar, presentado en la revista la revista de física: serie de conferencias, el resultado de las pruebas muestra que la fuerza del suelo es bueno cuando se agrega 4% de SCSA, se concluyó que: los datos obtenidos después de realizar todas las pruebas fueron exitosos, lo que indica que el estabilizador (SCSA) se puede utilizar con seguridad como estabilizador de suelos de laterita, además hubo un aumento en el límite líquido y límite plástico.

Igualmente Emeka y Olufikayo (2016), en su artículo en el cual se investigó la ceniza de hojas de banano con cantidades de 2,4, 6, 8 y 10% del peso del suelo, llegando a la conclusión: Se pueden lograr resultados óptimos de CBR agregando 4% de cenizas de hojas de banano por peso de suelo natural. Aumentó la resistencia del suelo laterítico estabilizado con cenizas de hojas de banano. El cemento aún ocupa un lugar más alto que la ceniza de hojas de banano utilizada en el estudio para mejorar la CBR del suelo laterítico.

Asimismo Silva (2021), en su artículo se analizó la estabilización con diferentes materiales como la ceniza de cascarilla de arroz y cal, se obtuvieron resultados positivos al mezclar 15% de ceniza de cascarilla de arroz y 10% de cal, siendo esta la mejor combinación, la cantidad de suelo tiende a ser mayor que en mezclas con materiales granulares alternativos y que la cal se puede utilizar en mezclas con el fin de mejorar su fuerza., mostraron viabilidad para ser aplicadas en bases y subbases de suelo, se concluyó que: el trabajo que analizó el comportamiento de la ceniza de cáscara de arroz no arrojó resultados sobre expansión; así, el trabajo que analizó mezclas con RCV fue lo que presentó los mejores resultados siendo 50% suelo + 50% RCV la mejor mezcla, que obtuvo CBR de 155,53%.

De igual manera Boobala *et al* (2019), en su artículo, cuyo objetivo fue investigar las características de compactación y resistencia características del suelo de algodón negro tratado con 0%, 3%, 6% y 9% de ceniza de árbol banano (BTA), los principales resultados fueron: la máxima densidad seca se incrementa desde 1.664

kg/cm³ al 3% de adición de ceniza hasta 1.75 kg/cm³ al 9% de adición de ceniza, asimismo el CBR se incrementa desde el 2.9% con 3% de adición de ceniza hasta 5.39% con 9% de adición de ceniza y se concluyó: el valor de CBR y la MDS aumentaron con el aumento del porcentaje de ceniza de banano hasta un porcentaje óptimo, el uso de ceniza de banano como estabilizador para mejorar las características del suelo es una solución económica y eficaz.

Teniendo en cuenta la explicación teórica enlazaremos a las variables en la actual investigación, como primer variable la ceniza de tallo de banano para tal motivo se determinó los conceptos, para Sabio *et al* (1999), el banano es una hierba gigante que tiene tallos subterráneos, cuyas vainas envolventes forman el pseudotallo, en cuyo interior está el eje floral, el pseudotallo está conformado por las vainas envolventes de las hojas que se disponen en forma helicoidal, enlazadas fuertemente entre ellas. Para Boobala *et al* (2019), la ceniza de banano es el residuo que se obtiene de cultivos de banano in situ, estos elementos son un problema de eliminación en los cultivos extensos; el banano se encuentra en diferentes zonas, habiendo cantidades sustanciales, presenta cantidades abundante de sílice amorfa indicado que tiene propiedades puzolánicas. Definiendo sus dimensiones:

La granulometría, para Toirac (2012), es la composición, en porcentaje, de los diferentes tamaños de material de una muestra, indicándose el tamaño de mayor a menor, representada en peso del porcentaje parcial de cada tamaño, que quedó retenido en los tamices usados obligatoriamente para su medición.

El peso específico para Mott (2006), es la relación existente entre la densidad de cierta sustancia y la densidad del agua a 4°C destilada que este posee, propuesta a una atmosfera de presión.

Las propiedades térmicas de la ceniza de banano para Asmanto y Achmad (2018), en el análisis termogravimétrico (TGA) del pseudotallo de banano empieza a una temperatura de 25°C hasta 700 °C, iniciando eliminando la humedad entre 30 a 144 °C, la hemicelulosa empezó a deshacerse a 178°C aproximadamente, la degradación de la celulosa se presentó a 296°C aproximadamente y la descomposición de la lignina que es más difícil de descomponer, se dio lentamente

en temperaturas hasta 700°C. Sin embargo, para la fibra del pseudotallo de banano, hubo un punto de degradación de lignina considerable que alcanzó una temperatura máxima de degradación de 501°C. La figura 3 muestra la curva TGA del pseudotallo de banano.

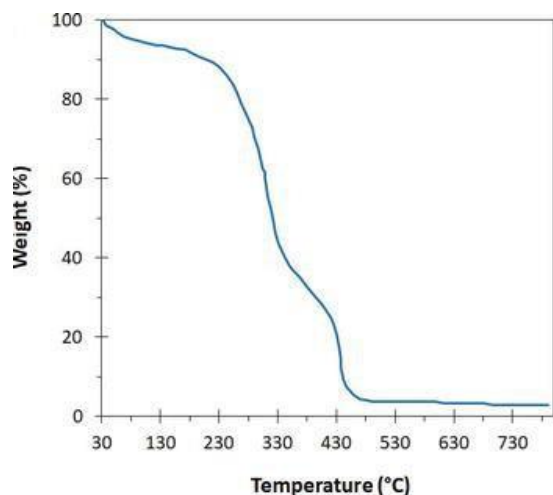


Figura 3. Temperatura de descomposición del pseudotallo de banano
Fuente: Asmanto y Achmad (2018)

Con respecto a la segunda variable estabilización de subrasantes blandas, Juárez y Rico (2005), señalan que "el suelo es un material terroso, que viste la capa superficial terrestre, derivante de la descomposición física química de partículas que fueron generando un estrato de residuos, comprendiendo arenillas o lutitas teniendo características comparables a las cementadas". Conforme a lo mencionado fue necesario definir sus dimensiones:

El Índice de plasticidad según Juárez y Rico (1973), en su libro informa que es la diferencia de los límites de plasticidad relacionada con la cantidad de arcilla añadida, hallándose con más facilidad, cuanto mayor es el ÍP se aumenta la compresibilidad en el suelo (tabla 1). Utilizándose las ecuaciones (1.1, 1.2, y 1.3)

Tabla 1. Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad

Índice de plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	Suelo muy arcilloso
IP ≤ 20 IP > 7	Media	Suelo arcilloso
IP < 7	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual De Carreteras (2014)

Ec. Límite Líquido:

$$LL = W \frac{(N)}{25} \times 0.11 \quad (\text{Ec. 1.1})$$

Donde:

◆ = Limite Líquido

◆ = Porcentaje de humedad

◆ = Numero de golpes para cerrar la ranura de la copa

Ec. Límite Plástico:

$$LP = \frac{(Ph - P_s)}{P_s} \times 100 = \frac{(P_w)}{P_s} \times 100 \left(\frac{\text{grs}}{\text{cm}^3} \right) \quad (\text{Ec. 1.2})$$

Donde:

◆ = Limite Plástico

Ph = Peso Húmedo

P_s = Peso seco

P_w = Peso del contenido de humedad

Ec. Índice de Plasticidad

$$IP = LL - LP \quad (\text{Ec. 1.3})$$

Donde:

IP = Índice de plasticidad

◆ = Limite Líquido

◆ = Limite Plástico

El contenido de humedad para el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016), ratifica que: “es determinado de las fases de compactación utilizadas en Laboratorios, hallando una cantidad de humedad en un determinado suelo”. La humedad presente en las cenizas de tallo de banano es relevante en la estabilización, ya que con esta se dosificara la cantidad de agua que se agregara al suelo para conseguir la mezcla correcta con propiedades mecánicas óptimas.

Ec. Contenido de humedad.

$$W\% = \frac{(W_h - W_s) W_s}{(W_s - W_{s'})} \times 100 \left(\frac{\text{grs}}{\text{cm}^3} \right) \quad (\text{Ec. 1.4})$$

Donde:

W_h = Contenido de humedad del suelo.

W_s = Peso de la muestra humedad.

$W_{s'}$ = Peso de la muestra seca

Para Garnica, Gómez y Sesma (2002), la compactación es el método que aumenta la densidad de un determinado suelo, despejando los volúmenes de aire atrapado, así mismo actuando conjunto con el contenido de agua.

La densidad máxima seca según la Norma Chilena Oficial (1980), se calcula mediante la ecuación 1.5 el proceso se utiliza debido a que este tipo de suelos se hallan secos o saturados, correspondientemente se calcula el valor mayor de densidad de un suelo al ser compactado.

Calculo máxima densidad seca.

$$\gamma_d \text{ max} = \frac{(m_s)}{V_c} \left(\frac{\text{grs}}{\text{cm}^3} \right) \quad (\text{Ec. 1.5})$$

Donde:

$\gamma_d \text{ max}$ = Densidad máxima seca.

m_s = Peso seco del molde compactado (g)

V_c = Volumen del suelo compactado (cm^3)

El California Bearing Ratio (CBR) en este concepto Bowles (1981), indica que es la relación de cargas unitaria que se necesita para penetrar el pistón a 0.1" de discernimiento, denotada en un porcentaje respecto a un modelo patrón utilizándose las características de la tabla 2. Para realizar los laboratorios se tendrá que dosificar el porcentaje de la ceniza de tallo de banano encontrándose resultados idóneos en las pruebas de laboratorio, mostrándose la ecuación 1.6 para calcular el california bearing ratio.

Tabla 2. Características del ensayo California Bearing Ratio ASTM D1557

Característica	A	B	C
Peso del martillo (lb)	10	10	10
Diam. Molde (pulg)	4	4	6
Nro. De capas	5	5	5
Nro. Golpes/capa	12	25	56

Fuente: adaptado de Bowles (1981)

Ec. California Bearing Ratio

$$CBR = \frac{(RP \text{ (Psi)} 0.1 \text{ pulg} * 100)}{100 \text{ lb/pulg}^2} \quad (\text{Ec. 1.6})$$

Donde:

CBR: California Bearing Ratio

RP: Resistencia a la penetración

Las Categorías de sub rasante según el CBR se visualizan en la tabla 3

Tabla 3. Categorías de subrasante según el CBR

Categoría de subrasante	CBR
Sub Rasante Inadecuada	CBR < 3%
Sub Rasante Insuficiente	3% ≤ CBR < 6%
Sub Rasante Regular	6% ≤ CBR < 10%
Sub Rasante Buena	10% ≤ CBR < 20%
Sub Rasante Muy Buena	20% ≤ CBR < 30%
Sub Rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Adaptado del Manual de Suelos Geología y Geotecnia (2014)

El mejoramiento de suelos según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014), se plantea al aumento de propiedades físicas por medio de métodos de estabilización o por adición de diferentes productos en el suelo, normalmente se presentan en subrasantes deficientes.

El Módulo de Resiliencia (Mr) es la propiedad de los suelos que cuantifican la rigidez del suelo de sub rasante, el cual se determina de acuerdo a las recomendaciones

del AASHTO, el Módulo resiliente se calculó mediante la fórmula de Lister y Powell (1987), mostrada en la ecuación 1.7.

$$Mr = 2555 \times CBR^{0.64} \text{ (Psi) ; CBR < 10\%} \quad (\text{Ec. 1.7})$$

Donde:

CBR: California Bearing Ratio

Mr: Modulo Resiliente

Tabla 4. Rangos del módulo resiliente

Rangos	Excelente a Bueno	Regular	Pobre
Mr	>25000; <25000 (psi)	<12000 (psi)	<4500(psi)

Fuente: Adaptado de la Norma CE. 010 Pavimentos Urbanos (2010)

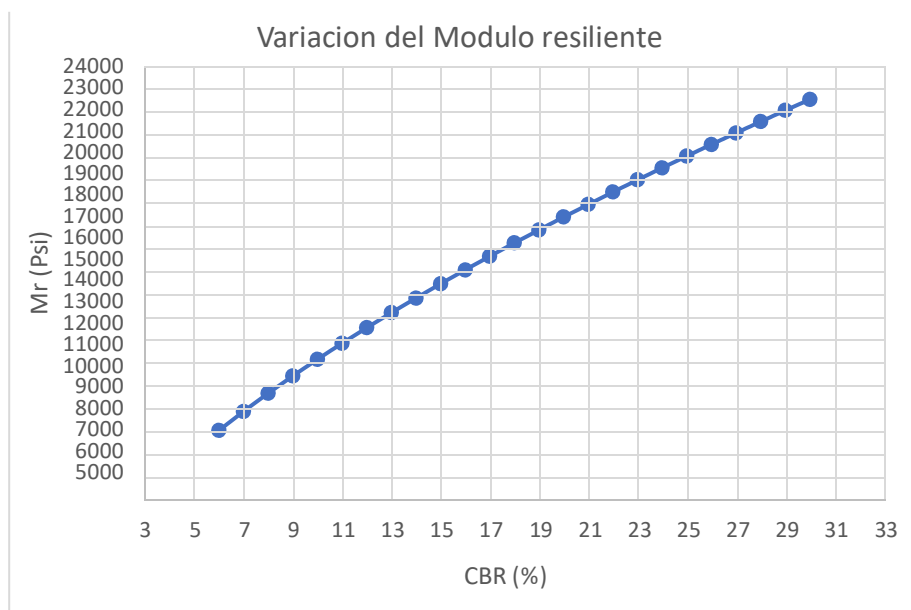


Figura 4. Variación del Módulo resiliente con respecto al CBR

Fuente: Adaptado del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014)

Es relevante estudiar el ejemplar de suelo que se manipula para conocer sus características y requerimientos necesarios para poder mejorar sus propiedades, los límites de Atterberg según Juárez y Rico (1973), manifiestan que: “la plasticidad es la característica que posee suelo para soportar deformaciones prontas”, un suelo

se deforme hasta cierto nivel sin fracturarse, así mismo el contenido de humedad define su magnitud y es expresado por su límite líquido.

El Proctor modificado para Braja (2015), argumenta que “en esta prueba se utiliza un molde de 943.3 cm³ donde se compactan 5 capas con un martillo de 44.5 N teniendo una altura de caída libre de 457.2 mm”, esta prueba nos permitirá conocer los efectos para calcular la compactación que presenta un suelo con respecto a su humedad, se realiza mediante ensayos cambiando la humedad.

Los requisitos de los materiales presentes en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013), los materiales utilizados en terraplenes tienen que proceder de excavaciones de explanación, de préstamos laterales o de canteras; las cuales no tienen que poseer elementos extraños. De solo existir materiales expansivos en la zona, deberán ser estabilizados antes de ser utilizados, debiendo cumplir las características de la siguiente tabla.

Tabla 5. *Requisitos de los materiales*

Condición	Partes del terraplén		
	Base	Cuerpo	Corona
Tamaño máximo (cm)	15	10	7.5
% Máximo de fragmentos de roca > 7.62 cm	30	20	
Índice de plasticidad (%)	<11	<11	<10

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: aplicada

Para este concepto Hernández, Fernández, y Batista (2014), dan a conocer que “una investigación es del tipo aplicada debido a la realización de ensayos de laboratorio”(24). La presente investigación será aplicada porque se analizará las dosificaciones de cenizas de tallos de banano en las propiedades de la subrasante mediante laboratorio. Así mismo se realizarán los procesos de experimentación y toma de datos para corroborar si la hipótesis resulta verdadera o falsa.

Enfoque de investigación: cuantitativo

Para este criterio Ñaupas *et al* (2018), manifiestan que, “el enfoque cuantitativo el análisis y recolección de datos para responder interrogantes y comprobar la hipótesis planteada, así mismo se fía en la medición de instrumentos en la investigación” (140). Se tendrá un enfoque cuantitativo, porque se obtienen y analizan datos numéricos así mismo existe una relación entre las variables dependiente e independiente, pudiéndose comprobar la hipótesis planteada mediante los datos hallados en las pruebas de laboratorios.

El Diseño de investigación: cuasi experimental

Para este concepto Ñaupas *et al* (2014), indican que, “la investigación se puede definir cuasi experimental porque tiene como propósito analizar las variables y manipularlas deliberadamente esto con el fin analizar su incidencia y ver cómo están interrelacionadas”(230). La investigación tendrá diseño cuasi experimental, puesto que la elaboración de la investigación será ejecutada mediante la manipulación de la variable 1 para ver los resultados en la variable 2.

El nivel de investigación: explicativo

Según Arias (2012), “está basado en problemas debidamente formulados y que buscan la relación de causa-efecto. Se trabajan con hipótesis que explican el efecto de la variable 1 sobre la variable 2” (26). La investigación propuesta pertenece al nivel explicativo puesto que para resolver la estabilización de subrasante en suelos blandos se determinó la relación existente entre las dos variables presentándose una causa y efecto entre estas.

3.2. Variables y Operacionalización

Variable independiente: Ceniza de Tallo de Banano

Definición conceptual: Según Prabu *et al* (2019), la ceniza de las fibras naturales tiene excelentes propiedades físicas y mecánicas y se puede utilizar con mayor eficacia, puesto que son económicos(1). Este material es sostenible en el medio local, puesto que crece de forma natural.

Definición operacional: La variable Ceniza de tallo de banano se operacionaliza mediante sus dimensiones: porcentaje de ceniza de tallo de banano, granulometría y peso específico.

Variable dependiente: Estabilización de Subrasantes Blanda

Definición conceptual: Para el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014), “la mejora de un suelo consiste en el mejoramiento de sus propiedades físicas, a través de procesos mecánicos y adición de elementos naturales o sintéticos, ejecutándose en suelos deficientes para proponer un suelo de mejor calidad” (89).

Definición operacional: La variable Estabilización De Subrasantes Blandas se operacionaliza mediante sus dimensiones: plasticidad, compactación y capacidad de soporte. (Ver matriz de Operacionalización en el anexo 1)

3.3. Población, Muestra y Muestreo

Población

Según del Castillo y Salazar (2018), la población “es el grupo de elementos que comparten una o varias características en común del cual se va investigar o estudiar para generar conclusiones” (13). La población está conformada por la avenida Manu con una longitud de 906.4 m, en la localidad de Salvación, Manu.

Muestra

Para Aguirre y De La Torre (2019), “la muestra es el subconjunto de elementos que posean características específicas de una población”(151). La muestra está conformada desde las progresivas 0+523 hasta 0+783 de la avenida Manu, con una longitud de 260 metros, el cual deberá cumplir con las expectativas planteadas del caso.

Muestreo

Para Salazar y Del Castillo (2018), el muestreo “es el procedimiento en el cual se elige cierta cantidad de elementos de la muestra“(13). En nuestra investigación se puede afirmar que el muestreo es no probabilístico, puesto que estableceremos que el número de ensayos será igual a la cantidad de la muestra

Unidad de análisis

Según Arias (2021), “van referidos a los sujetos y objetos que conforman el análisis de estudio, señalando a quienes se está nombrando, como de quien se quiere obtener información” (118). En nuestra investigación la unidad de análisis será la subrasante blanda estabilizada, teniendo dimensiones que se estudian para verificar los resultados en la subrasante estabilizada con ceniza de tallo de banano.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas: observación directa

De acuerdo a Tamayo (2003), “la observación en la fase de recolección de datos, propone y sugiere los problemas, y conduce a la necesidad de la clasificación de datos” (182). En la investigación la empleada la técnica será la observación directa, esto nos permitirá visualizar y analizar los resultados adquiridos mediante las pruebas de laboratorio y datos obtenidos en campo.

Instrumentos de recolección de datos: ficha de recolección de datos

Para Salinas (2012), “es la información de la investigación, en la que se emplean herramientas prediseñadas como los inventarios de control o de verificación como plantillas, escalas, modelos u otra forma de reunir información” (59). Para nuestra investigación los instrumentos de procesamiento de datos se utilizarán herramientas como ficha de recolección de datos, Microsoft Excel, libretas de campo, tablas del manual de ensayos de laboratorio.

Validez

Según Muñoz (2015), “la validez se considera como la medida en que las técnicas e instrumentos para recolectar datos o acoger información cuantifican el fenómeno las variables que recaen sobre él” (186). La investigación estará validada por 3 ingenieros especialistas en el área, así mismo en la tabla 6 se observan los rangos de validez.

Tabla 6. Rangos de Validez

Interpretación	Validez
Validez nula	0.53 a menos
Validez baja	0.54 a 0.59
Valida	0.60 a 0.65
Muy valida	0.66 a 0.71
Excelente validez	0.72 a 0.99
Validez perfecta	1.00

Fuente: Oseda et al, (2015)

Tabla 7. Puntajes de Validez

Nº	Grado Académico	Apellidos y Nombres	CIP	Puntaje
1	Ingeniero Civil	Nicolas Wilberto Bermejo Colque	241044	0.83
2	Ingeniero Civil	Glademir Ray Gil Flores	161210	0.83
3	Ingeniero Civil	zaga De La Cruz Edgar	89710	1
Promedio				0.89

Fuente: Elaboración propia

Se aprecian los rangos de validez en la tabla 6, se presenta una excelente validez, según el juicio de expertos con un puntaje promedio de 0.89 puntos.

Confiabilidad de instrumentos

Valerino, Yaber y Cemborain (2015), argumentan que: “se refiere a que el instrumento tiene que marcar una misma lectura cada que se utilice y cada vez que los observadores midan o analicen datos, estos midan o calculen situaciones parecidas” (228). Antes de la ejecución de ensayos se tendrá que verificar que los equipos estén funcionando correctamente y tienen que tener el certificado de calibración vigente.

Tabla 8. Rangos de confiabilidad

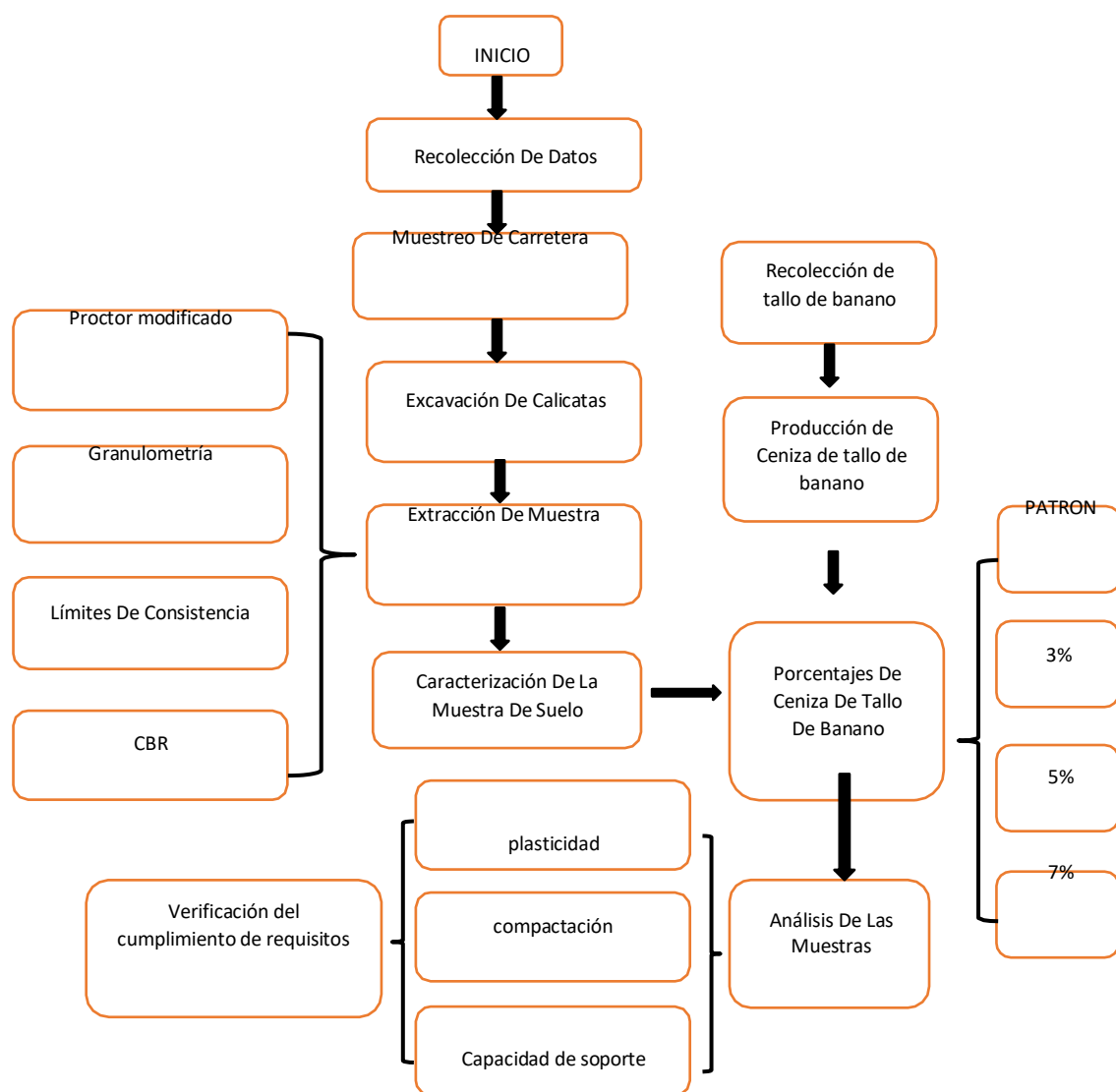
Interpretación	Confiabilidad
Confiabilidad nula	0.53 a menos
Confiabilidad baja	0.54 a 0.59
Confiable	0.60 a 0.65
Muy Confiable	0.66 a 0.71
Excelente Confiabilidad	0.72 a 0.99
Confiabilidad perfecta	1.00

Fuente: Oseda et al, (2015)

3.5. Procedimientos

La investigación se desarrolló de acuerdo a los siguientes procesos que se muestran en el flujograma 1, se empezó recolectando tallos de banano, seguidamente puestos a secar para posteriormente ser incinerados a una temperatura constante, realizándose 03 calicatas para la extracción de suelo natural analizadas mediante ensayos de laboratorio.

Flujograma 1. Procedimientos de la estabilización de subrasantes con ceniza de tallo de banano.



3.5.1 Obtención de la ceniza de tallo de banano

Recolección, la recolección se dio en el fundo El Vallecito en las coordenadas E243195, S8577164, se procedió a recolectar tallos de banano en estado suelto y se cortaron tallos en estado de desprendimiento de la planta, se recolecto de plantas de plátano Seda y plátano Huayco que tienen un altura entre los 3 a 6 metros, teniendo la plantas de una edad entre 1.5 a 2 años de producción.



Figura 5. Recolección de tallos de banano

Secado, se procedió con el secado de los tallos de banano mediante el uso de un fitotoldo artesanal, para reducir la humedad y secar con mayor facilidad así mismo con el fin de proteger de las precipitaciones pluviales.



Figura 6. Secado de los tallos de banano en Fito toldo artesanal

Corte y reducción, se tomó los tallos secos para reducir su tamaño, cortándolos entre 30 a 50 centímetros, lográndose tener dimensiones semejantes y acelerar el proceso de secado, para posteriormente ser incinerados sobre una bandeja metálica.



Figura 7. Corte y reducción de tallos de banano

Incineración, se realizó en un horno artesanal de barro, seguidamente se procedió a limpiar el piso del horno con un trapeador húmedo, seguidamente se incinero los tallos de banana secos, hasta llegar a una temperatura entre 501° C a 550°C temperatura sobre bandejas metálicas para contener la ceniza y no contaminarla con el suelo del horno.



Figura 8. Incineración de tallos de banano

Tamizado, se inició con el tamizaje de la ceniza obtenida de la incineración, pasándose por el tamiz numero 20 liberándose así de algunas impurezas orgánicas y restos de carbón, consiguiendo una ceniza más fina y uniforme.



Figura 9. Tamizaje de cenizas de tallos de banano

3.5.1.1 Caracterización de la ceniza de tallo de banano

Peso específico: 1.57 gr/cm³

Potencial de hidrogeno: 11.2

Granulometría: porcentaje que pasa malla # 20: 91.2%

Tabla 9. Análisis fisicoquímico de la ceniza de tallo de banano.

Parámetros Fisicoquímicos	Unidad de medida	Resultados
Oxido de Calcio (CaO)	%	18
Alumina (Al ₂ O ₃)	%	2.2
Sílice (SiO ₂)	%	28.6
Oxido de Manganeso (MgO)	%	3.1
Oxido de Potasio (K ₂ O)	%	16.5
Oxido de Azufre (SO)	%	0.8
Oxido de Sodio (Na ₂ O)	%	1.4
Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	%	1.3
Oxido de Zinc (ZnO)	%	0.007

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2 Estabilización de subrasantes blandas con ceniza de tallo de banano

Para la estabilización de subrasante adicionando 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano, denominado "CTB", se procedió a mezclar estos porcentajes de ceniza con la muestra patrón, las cuales serán evaluadas en el laboratorio "S&C E.I.R.L. Laboratorio de Suelos Materiales Ingeniería y Construcción " con R.U.C N.º 20601238331, Cusco.

Diseño de mezclas

El diseño de la combinación se realizó en función al peso del suelo, agregándose porcentajes de ceniza de tallo de banano, ejecutándose en los ensayos de laboratorio, en los ensayos de límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR.

Tabla 10. *diseño de mezclas suelo - ceniza*

Mezcla	Peso del suelo (%)	Peso de la ceniza (%)
Mezcla 1	100%	0%
Mezcla 2	97%	3%
Mezcla 3	95%	5%
Mezcla 4	93%	7%

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2.1 Características de la zona de estudio

La avenida Manu, Salvación tiene una topografía llana, con pendientes suaves de 0.5% y 1.5%, la vía tiene un ancho promedio de 11.00 a 12.00 metros, sin la presencia de cunetas, con accesos inadecuado para transitabilidad de vehículos, asimismo presenta suelos lastrados en la vía.

3.5.2.2 Estudios Topográficos

Mediante una estación total se realizó la toma de datos topográficos de acuerdo con las condiciones y características de la morfología del terreno, posteriormente procesándose los datos con el software civil 3D, obteniendo así los planos topográficos en planta y las respectivas secciones del tramo en estudio así como la toma de las respectivas coordenadas de la ubicación de las calicatas de estudio.

3.5.2.3 Estudios de exploración de suelos

Se ejecutó según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014) donde indica el número de calicatas para la exploración de suelos para bajo volumen de tránsito indica que con un $IMD \leq 200$ veh/día, se realizaran 01 calicata por kilómetro y a una profundidad de 1.50 m. Con esta información por las características de la zona se realizó 03 calicatas entre las progresivas 0+523 a 0+783.

3.5.2.4 Estudios de Laboratorio

Los estudios de laboratorios serán efectuados según las especificaciones técnicas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013), se tendrán que realizar en

el laboratorio correspondiente con las muestras de la calicata 01, calicata 02 y calicata 03, posteriormente realizando la mezcla conjunto con los porcentajes de la ceniza de tallos de banano.

- Ensayo de granulometría: norma ASTM D-422 y MTC E 107 (ver anexo 7)
- Contenido de humedad natural: norma ASTM D-2216 y MTC E 108 (ver anexo 7)
- Límite líquido (LL) y límite plástico (LP): norma ASTM D-423 y MTC E 110 (ver anexo 7)
- Peso específico: norma ASTM C127-04 y MTC E 113. (ver anexo 7)
- compactación de suelos (Proctor modificado), norma ASTM D-1557 (ver anexo 7)
- California Bearing Ratio (CBR) de suelos : norma ASTM D-1883 y MTC E 132 (ver anexo 7)

3.6. Método de análisis de datos

Para este estudio se utilizaron teorías y conocimientos de mecánica de suelos en las 03 calicatas como se observa en la tabla 10, tomándose las propiedades, efectuados mediante laboratorios debidamente certificados y siguiendo los respectivos procesos y secuencias .

Calicatas de estudio

se realizaron 03 calicatas en las progresivas 0+523, 0+653 y 0+783m de la avenida Manu.



Figura 10. Calicata 01
progresiva 0+523



Figura 11. Calicata 02
progresiva 0+653



Figura 12. Calicata 03
progresiva 0+783

Clasificación de suelos calicata 01, calicata 02 y calicata 03

Obtenida la muestra de suelo se realizó la clasificación de suelos correspondientes a las 03 calicatas, obteniendo las siguientes clasificaciones:

Tabla 11. Clasificación de suelo calicata 01, 02 y 03

Muestra	clasificación de suelos	
	SUCS (ASTM D 2487)	AASHTO (ASTM D3282)
C-01	GM	A-2-4
	grava limosa, mezcla grava arena limo	
C-02	SM	A-4
	arena limosa, mezcla arena limo	
C-03	SC	A-4
	Arena arcillosa, mezclas arena arcilla	

Fuente: Elaboración propia.

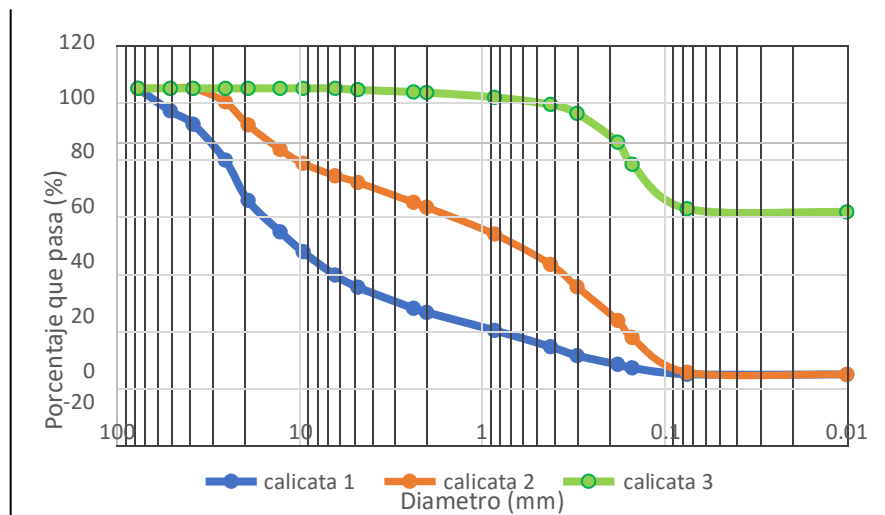


Figura 13. Granulometría calicata 1, 2 y 3

Límite de Atterberg - ASTM 4318

Fueron realizados en los suelos de la Calicata 01, Calicata 02 y Calicata 03 estos ensayos de Límites de Atterberg (ASTM D4318, MTC E 1090 - 2000) son relevantes para poder determinar el Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de plasticidad y así poder clasificar los suelos en investigación, de tal manera lograr definir sus propiedades.

- a) Determinación de materiales del suelo natural
- b) Norma técnica aplicada (MTC E 110-111, ASTM D4318 7 AASHTO T-89 T-90).
- c) Realización de ensayos de límites de consistencia

Tabla 12. Límites de consistencia calicata 1, 2 y 3

Características		Limite liquido	Limite plástico	Índice de plasticidad
C-01	Contenido de humedad (%)	19.59	NP	NP
C-02	Contenido de humedad (%)	23.17	19.53	3.64
C-03	Contenido de humedad (%)	29.61	21.79	7.8

Fuente: Elaboración propia.

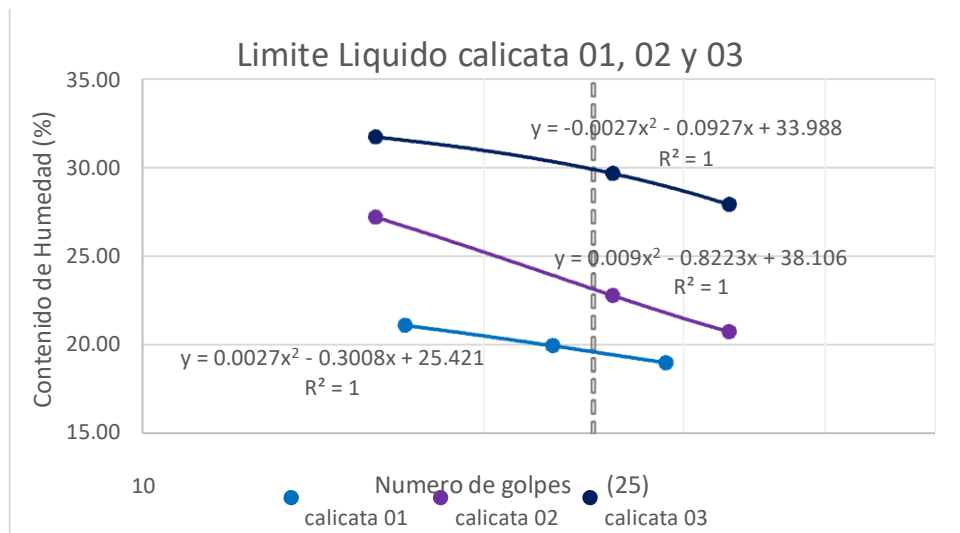


Figura 14. Limite liquido de calicatas 01, 02 y 03

Proctor Modificado (ASTM D 1557)

La compactación de suelos es una de las características principales para que un suelo obtenga la capacidad de soporte óptima, el cual también depende de la humedad y densidad, así mismo el ensayo de Proctor Modificado permite obtener una compactación eficiente a una determinada energía propuesta.

- a) Caracterización de materiales de suelo
 - Densidad Máxima
 - Humedad Óptima
- b) Normas técnica aplicada (MTC E-115, E 116, ASTM D-698, D-1557)

c) Realización de ensayos de Proctor Modificado.

Tabla 13. Ensayo Proctor modificado, calicatas 1,2 y 3

Ensayos de Proctor Modificado		1	2	3	4	Máximo valor
C-01	contenido de humedad (%)	6.98	9.79	11.49	13.71	12.40
	densidad máxima seca (gr/cm3)	1.82	1.92	2.08	2.03	2.11
C-02	contenido de humedad (%)	13.51	16.92	18.87	21.88	19.80
	densidad máxima seca (gr/cm3)	1.47	1.63	1.76	1.64	1.78
C-03	contenido de humedad (%)	17.25	20.10	23.33	26.19	24.20
	densidad máxima seca (gr/cm3)	1.14	1.26	1.55	1.45	1.58

Fuente: Elaboración propia.

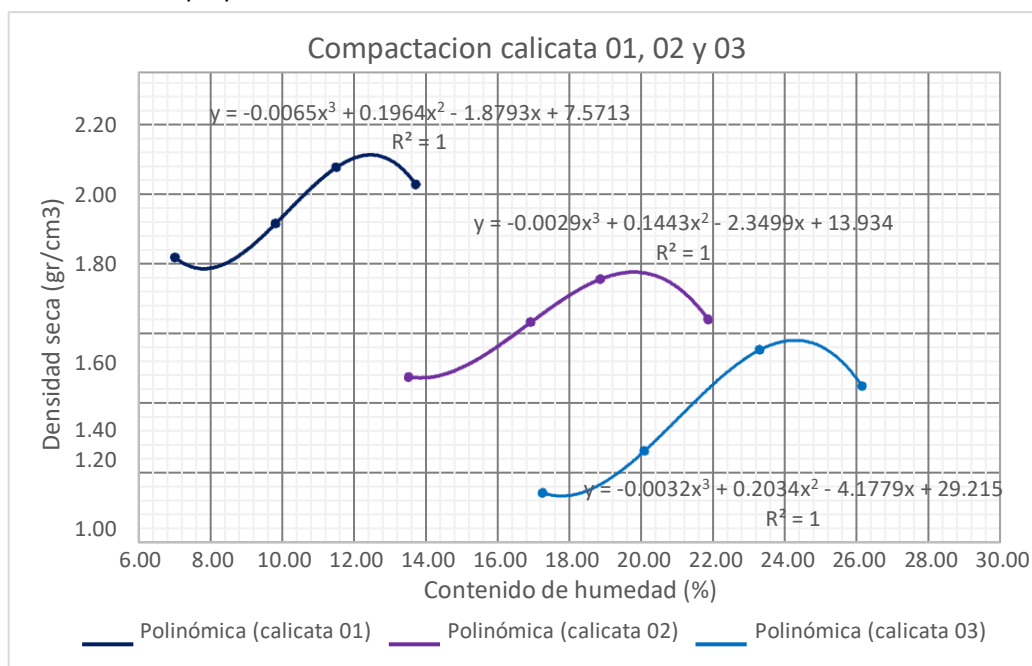


Figura 15. Ensayo Proctor modificado calicatas 01, 02 y 03

California Bearing Ratio (CBR) ASTM D 1883

El california bearing ratio (CBR) es una característica que propone la capacidad de soporte de un suelo, dependiendo de la densidad seca y la penetración, ejecutándose mediante el ensayo de CBR, conociendo sus características de resistencia ante la presencia de cargas.

a) Determinación de materiales del suelo natural

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"

Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"

b) Norma técnica aplicada (MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193 NTP 339.145)

c) Realización de ensayos del California Bearing Ratio (CBR)

Tabla 14. Ensayo de CBR de las calicatas 01, 02 y 03

Ensayo de CBR		95% MDS	100% MDS	Expansión	Subrasante
C-01	CBR %	16.90	23.40	0.20%	Buena
C-02	CBR %	10.20	14.9	0.26%	Buena
C-03	CBR %	3.90	5.70	0.74%	Insuficiente

Fuente: Elaboración propia

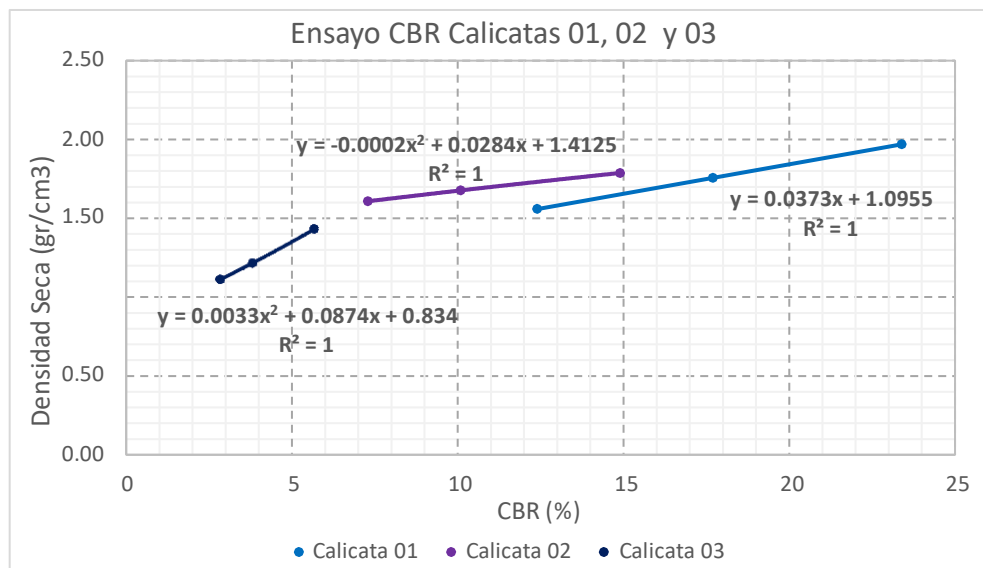


Figura 16. CBR de calicatas 1, 2 y 3

Modulo resiliente

La determinación del Módulo resiliente de las muestras de suelo natural, se ejecutó en base al CBR del suelo, que definirá la capacidad de deformación ante cargas.

Tabla 15. Cálculo del Módulo resiliente de calicatas 1, 2 y 3

Calicata	CBR (%)	Mr (Psi)
C-01	16.90	11010
C-02	10.20	9046.3
C-03	3.90	6104.8

Fuente: Elaboración propia.

Análisis del Suelo Patrón

Se analizaron los suelos más deficientes de las calicatas 01, 02 y 03 aplicándose a este los porcentajes de 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano, siendo la calicata 03 el suelo que tiene propiedades más deficientes, denominada suelo patrón (SP), con un CBR al 95% de 3.9% (teniendo un CBR menor a 6% categorizada como subrasante insuficiente y necesitando de un mejoramiento de suelo según el Manual de Carreteras), una compactación con una densidad máxima de 1.58 g/cm³, una humedad de 24.20% y una plasticidad de 7.8%.

Límites de Atterberg - ASTM 4318

Fueron realizados en los suelos de la Calicata del suelo patrón, estos ensayos de Límites de Atterberg (ASTM D4318, MTC E 1090 - 2000) son relevantes para poder verificar si el Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de plasticidad cambian con la adición de 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano y así cambian las cualidades del suelo en investigación, de tal manera poder conocer sus nuevas propiedades.

3.6.1. Determinación de los cambios de Plasticidad adicionando ceniza de tallo de banano.

- Determinación de materiales del suelo con ceniza de tallos de banano
- Norma técnica aplicada (MTC E 110-111, ASTM D4318 7 AASHTO T-89 T-90).
- Realización de ensayos de límites de consistencia

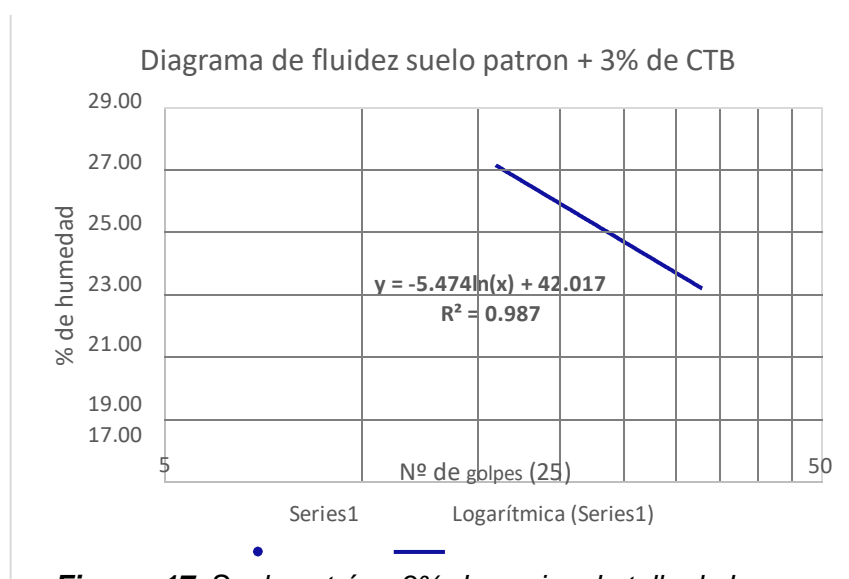


Figura 17. Suelo patrón +3% de ceniza de tallo de banano

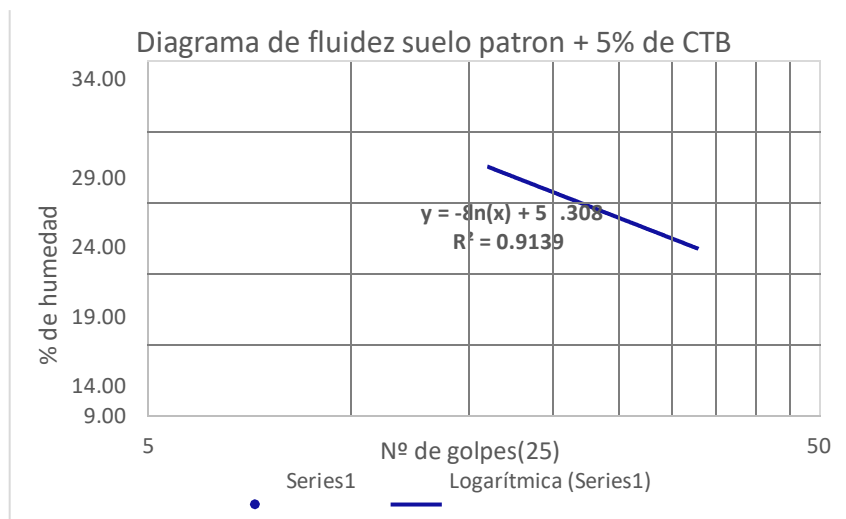


Figura 18. Suelo patrón + 5% de ceniza de tallo de banano

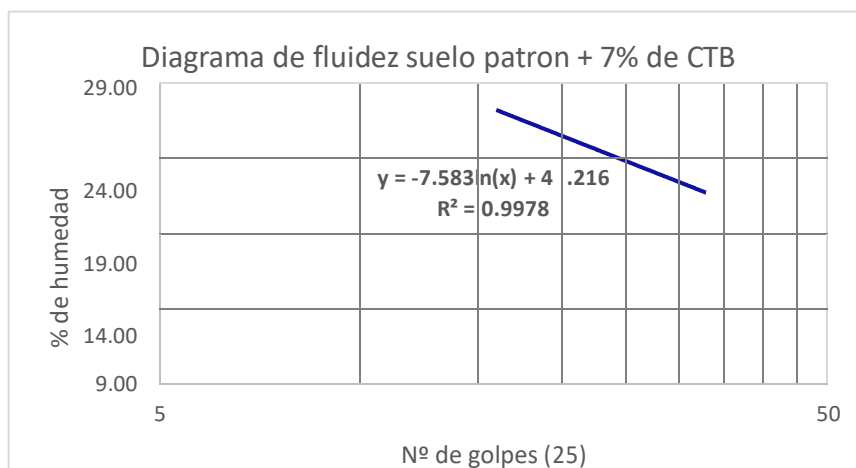


Figura 19. Suelo patrón + 7% de ceniza de tallo de banano

Tabla 16. Límites de consistencia suelo patrón

calicata	Suelo	Limite liquido(%)	Limite plástico (%)	índice de plasticidad (%)
patrón	suelo patrón	29.61	21.79	7.80
	3% ceniza	24.40	18.51	5.9
	5% ceniza	24.56	18.94	5.7
	7% ceniza	23.81	18.19	5.61

Fuente: Elaboración propia

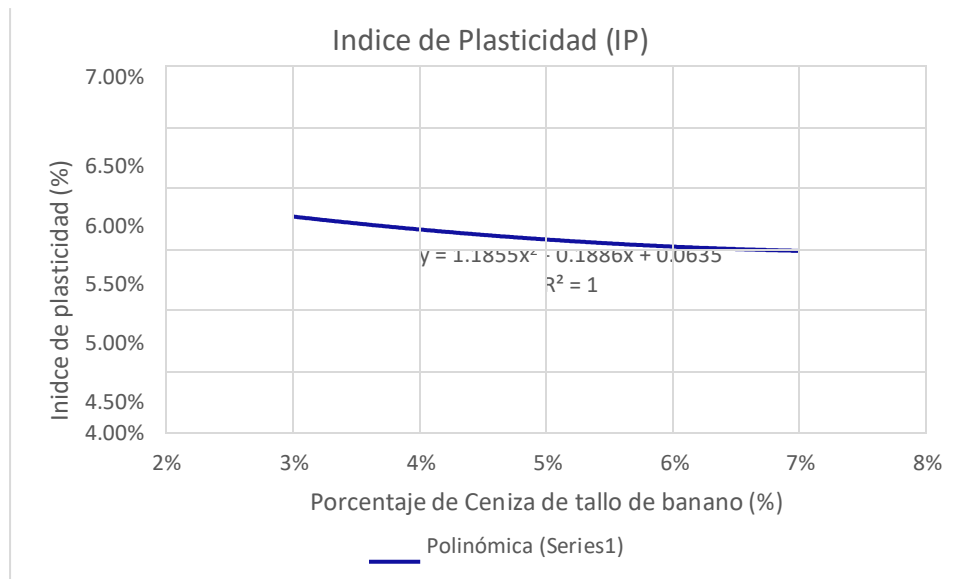


Figura 20. Índice de plasticidad con adición de ceniza de tallo de banano

Proctor modificado ASTM D 1557

Fue realizado mediante ensayos de laboratorio para determinar los cambios en la compactación del suelo, así mismo verificar los cambios en su humedad y máxima densidad seca al adicionar 3%, 5% y 7% de cenizas de tallo de banano, verificando el cambio de sus propiedades y características.

- a) Determinación de materiales del suelo con ceniza de tallos de banano
 - Densidad Máxima
 - Humedad Óptima
- b) Normas técnica aplicada (MTC E-115, E 116, ASTM D-698, D-1557)
- c) Realización de ensayos de Proctor Modificado.

3.6.2 Estimación del cambio de la compactación con la adición de ceniza de tallo de banano.

para determinar el cambio de la compactación se ejecutó mediante el ensayo de Proctor modificado con la adición de ceniza de tallo de banano al 3%, 5% y 7% en el suelo natural, el cual se calculó mediante el uso de laboratorio.

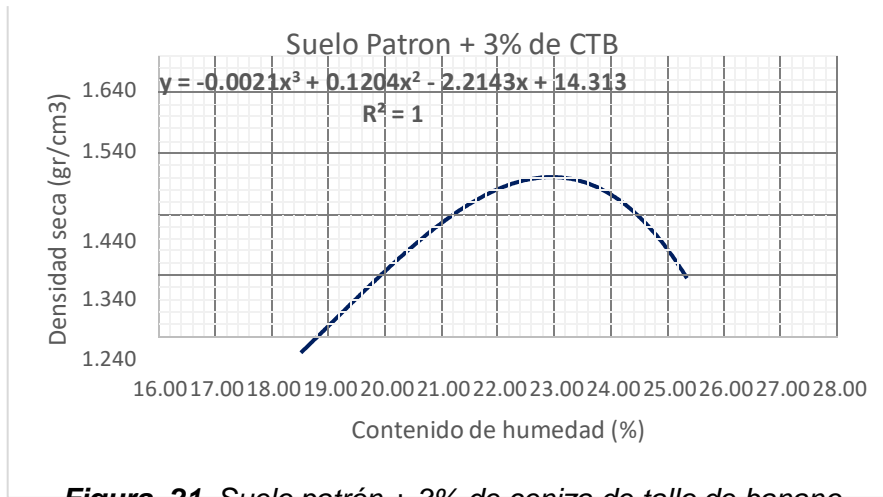


Figura 21. Suelo patrón + 3% de ceniza de tallo de banano

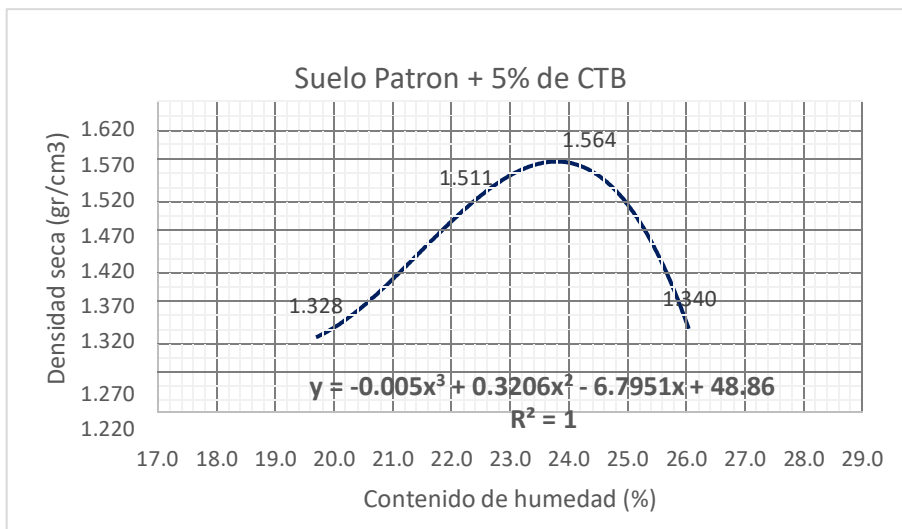


Figura 22. Suelo patrón + 5% de ceniza de tallo de banano

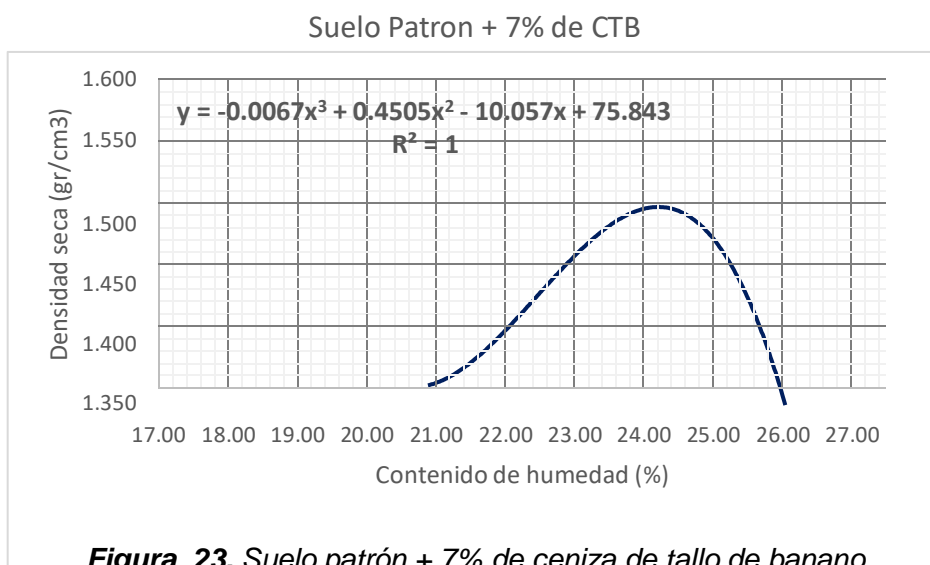


Figura 23. Suelo patrón + 7% de ceniza de tallo de banano

Tabla 17. Ensayo Proctor modificado con 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano

calicata patrón	mezcla suelo y ceniza	humedad optima (%)	densidad máxima (%)
C-03	0% ceniza	24.20	1.580
	3% ceniza	22.90	1.569
	5% ceniza	23.60	1.574
	7% ceniza	24.40	1.545

Fuente: Elaboración propia.

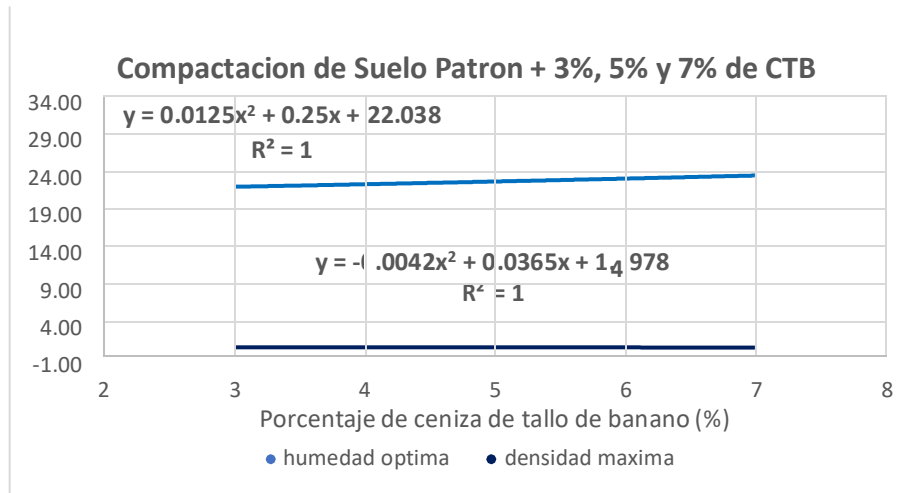


Figura 24. Compactación máxima con adición de 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano

California Bearing Ratio (CBR) ASTM D 1883

Se analizó mediante en ensayo de California Bearing Ratio (CBR) para verificar los cambios en su capacidad de soporte al adicionar cenizas de tallo de banano al 3%, 5% y 7%, viendo los cambios en la densidad seca y la penetración que resulte de esta adición, conociendo los cambios favorables y desfavorables

- Caracterización de materiales suelo y ceniza de tallo de banano.
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"
- Norma técnica aplicada (MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193 NTP 339.145)
- Los ensayos del California Bearing Ratio (CBR)

3.6.3 Cuantificación de la variación del California Bearing Ratio de la estabilización de subrasante con la adición de ceniza de tallos de banano

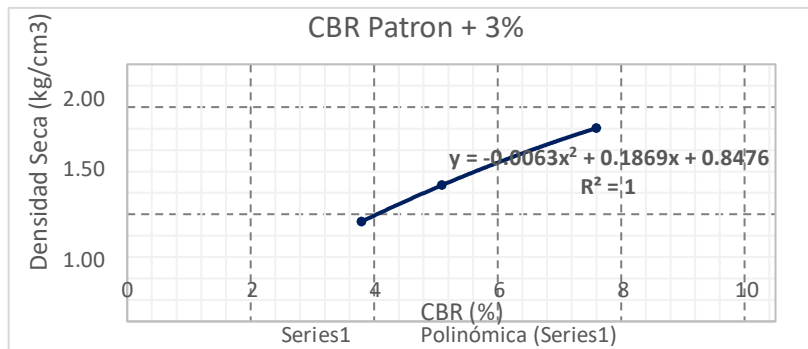


Figura 25. CBR del Suelo patrón + 3% de ceniza de tallo de banano

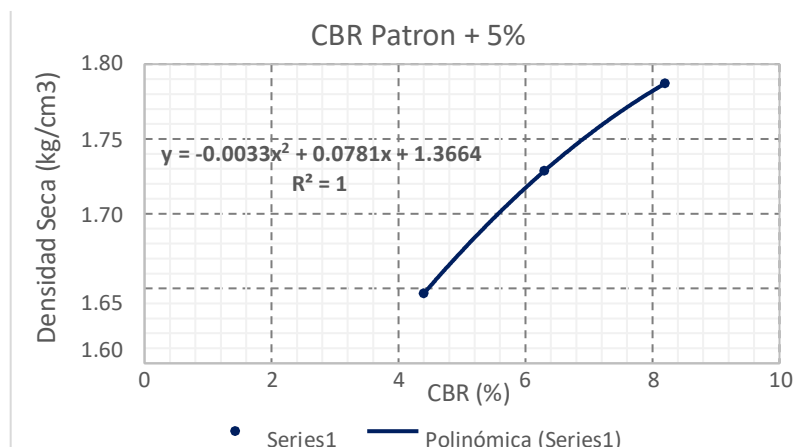


Figura 26. CBR del suelo patrón + 5% de ceniza de tallo de banano

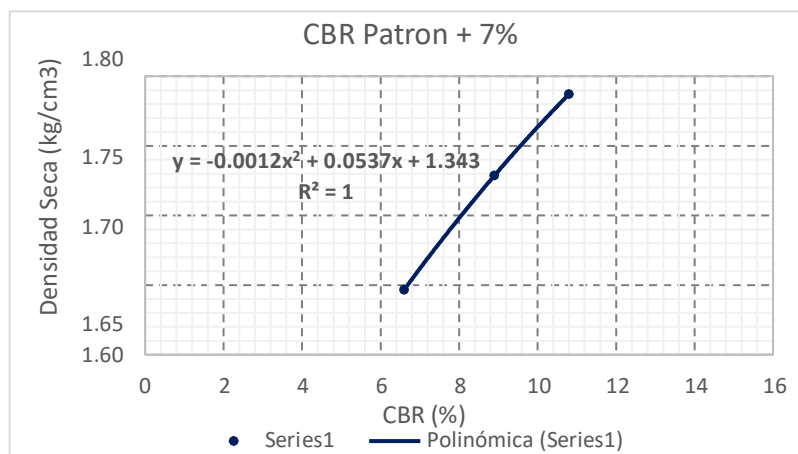


Figura 27. CBR del suelo patrón + 7% de ceniza de tallo de banano

Tabla 18. Ensayo de CBR adicionando 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano

Ensayo CBR	100% MDS	95% MDS	Expansión	Subrasante
Patrón	5.7	3.9	0.74%	Insuficiente
Patrón + 3%	7.6	5.2	1.58%	Insuficiente
Patrón + 5%	8.2	6	1.63%	Regular
Patrón + 7%	10.8	8.3	1.63%	Regular

Fuente: Elaboración propia.

Modulo Resiliente

Para determinar el cambio del Módulo resiliente de la estabilización de subrasante con la adición de ceniza de tallos de banano al 3%, 5% y 7% se ejecutó mediante las recomendaciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en función del CBR el cual se calculó mediante la fórmula de Lister y Powell (1987).

3.6.4 Cuantificación del cambio del módulo de resiliencia con la adición de ceniza de tallo de banano.

CBR Suelo Natural + 3% De Ceniza De Tallo De Banano

$$R_{CBR} = 2555 \times CBR^{0.64} (P_{90}) \quad ; \quad CBR < 10\%$$

$$CBR = 5.2\%$$

$$R_{CBR} = 2555 \times 5.2^{0.64} (P_{90})$$

$$R_{CBR} = 7338.9 (P_{90})$$

CBR Suelo Natural + 5% De Ceniza De Tallo De Banano

$$R_{CBR} = 2555 \times CBR^{0.64} (P_{90}) \quad ; \quad CBR < 10\%$$

$$CBR = 6.0\%$$

$$R_{CBR} = 2555 \times 6.0^{0.64} (P_{90})$$

$$R_{CBR} = 8042.8 (P_{90})$$

CBR Suelo Natural + 7% De Ceniza De Tallo De Banano

$$R_{CBR} = 2555 \times CBR^{0.64} (P_{90}) \quad ; \quad CBR < 10\%$$

$$CBR = 8.3\%$$

$$R_{CBR} = 2555 \times 8.3^{0.64} (P_{90})$$

$$R_{CBR} = 9899.2 (P_{90})$$

3.6.5 Determinación de la variación de la estabilización de subrasante con la adición de ceniza de tallos de banano

Para el análisis de la determinación de la variación de la estabilización de subrasante con la adición de ceniza de tallos de banano se tomó en consideración la variación de las propiedades con la adición de los porcentajes de ceniza de tallos de banano con porcentajes 3%, 5% y 7%.

Tabla 19. Variación de la estabilización de subrasante con cenizas de tallo de banano.

Ensayo	suelo patrón	suelo con ceniza		
	SP	SP + 3%	SP + 5%	SP + 7%
Índice de Plasticidad	6.66	7.09	7.27	10.75
densidad máxima seca (gr/cm ³)	1.5802	2.35	2.29	2.305
contenido de humedad (%)	24.2	24.9	25.5	26.1
CBR (100% DMS) 0.1"	5.7	7.6	8.2	10.8
Módulo de resiliencia (Psi)	6104.8	7338.9	8042.8	9899.2

Fuente: Elaboración propia.

3.7. Aspectos éticos

Para el desarrollo de la investigación se propuso información variada de documentos (tesis, artículos, libros), de acuerdo a las variables de estudio, puesto que a través de ellas concebiremos información y teorías con mayor énfasis en el tema de investigación, fue elaborado dándole la importancia adecuada en la búsqueda de las informaciones, todo concepto de otro autor fue informado y referenciado bibliográficamente de acuerdo a la norma ISO 690, así mismo los resultados obtenidos están descritos de la forma correspondiente.

IV. RESULTADOS

4.1 Descripción de la zona de estudio

La avenida Manu, Salvación tiene una topografía llana, con pendientes suaves de 0.5% y 1.5%, la vía tiene un ancho promedio es de 11.00 a 12.00 metros, sin la presencia de cunetas, con accesos inadecuado para transitabilidad de vehículos, asimismo presenta suelos lastrados en la vía.

4.1.1 Ubicación política

La presente investigación se ejecutó en la avenida Manu, Salvación, en el distrito del Manu, provincia del Manu, en el departamento Madre De Dios.



Figura 28. Mapa político del Perú



Figura 29. Mapa político del departamento Madre de Dios

4.1.2 Ubicación del proyecto



Figura 30. Mapa de la provincia de Manu



Figura 31. Mapa del distrito de Manu

4.1.3 Limites

En el norte limita con el distrito de Fitzcarrald, en el sur limita con el distrito de Kosñipata, en el este limita con el distrito de Madre de Dios y en el oeste limita con el distrito de Yanatile y Echarate.

4.1.4 Ubicación geográfica

Este estudio se presenta en la avenida Manu – Salvación, Provincia Del Manu, se delimita entre las coordenadas: Latitud sur: 12° 15` 49 “ y oeste: 70° 54` 34”, teniendo una superficie de 8167 km² con una altitud de 550m.s.n.m. según el INEI al 2014 contaba con una población de 2356 habitantes

4.1.5 Clima

el clima es cálido, presenta una temperatura entre los 33°C y 12°C con precipitaciones, generalmente durante los meses de noviembre a Abril; actualmente se presentan precipitaciones.

4.2 Resultados

4.2.1. Resultados de la Cuantificación del cambio de plasticidad adicionando ceniza de tallo de banano.



Figura 32. Ensayo de límite líquido



Figura 33. Determinación de humedad

Tabla 20. Límites de consistencia suelo patrón adicionando ceniza de tallo de banano.

calicata	Suelo con ceniza	Limite liquido(%)	Limite plástico (%)	índice de plasticidad (%)
Patrón	Suelo patrón	29.61	21.79	7.8
	3% ceniza	24.40	18.51	5.9
	5% ceniza	24.56	18.94	5.7
	7% ceniza	23.81	18.19	5.61

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la tabla 20 se observa que la plasticidad del suelo patrón es 7.8% y este cambia a 5.9%, 5.7% y 5.61% para adiciones de 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano respectivamente, teniendo una plasticidad máxima de 5.9% al 3% de adición, mientras que al 5% y 7% la plasticidad disminuye.

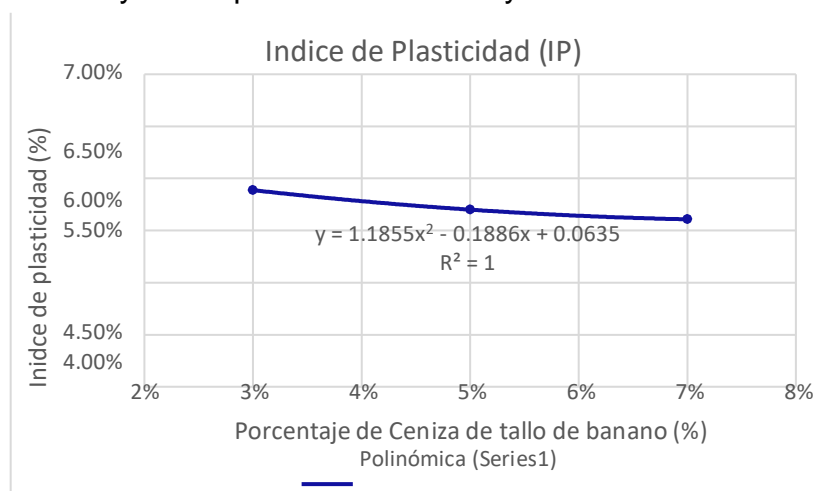


Figura 34. Índice de plasticidad con 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano.

Interpretación:

En la figura 34 se observa que la plasticidad cambia desde 5.9%, 5.7% y 5.61% para adiciones de 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano respectivamente, teniendo una plasticidad máxima de 5.9% al 3% de adición, para porcentajes mayores a este la plasticidad tiende a disminuir.

4.2.2 Resultados de la estimación del cambio de en la compactación con la adición de ceniza de tallo de banano.



Figura 35. Compactación de material ensayo Proctor modificado



Figura 36. Selección de materiales pasantes tamiz $\frac{3}{4}$ " ensayo de Proctor modificado

Tabla 21. Compactación adicionando 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano

calicata patrón	mezcla de suelo patrón y ceniza	humedad optima (%)	Densidad Máxima (gr/cm ³)
C-03	0% ceniza	24.20	1.580
	3% ceniza	22.90	1.569
	5% ceniza	23.60	1.574
	7% ceniza	24.40	1.545

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Como se aprecia en la tabla 21 la compactación del suelo patrón cambia en la máxima densidad seca del suelo patrón desde de 1.58 gr/cm³ a 1.569 gr/cm³, 1.574 gr/cm³ y 1.545% para adiciones de 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano respectivamente, cambiando su contenido de humedad de 24.20% a 22.90%, 23.60% y 24.40% respectivamente, teniendo una compactación más favorable al 5% de adición de ceniza con una densidad de 1.574 kg/cm³ y una de humedad 23.60%.

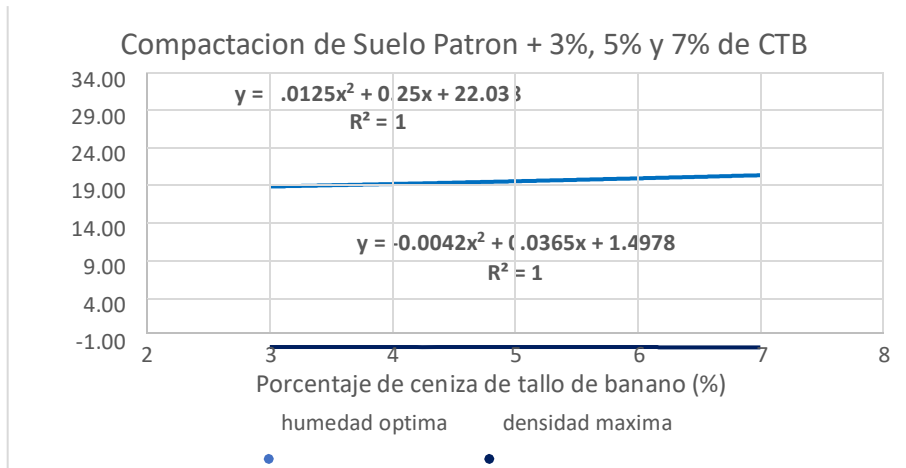


Figura 37. Cambios de la compactación con 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano

Interpretación:

Como se observa en la figura 37, en la compactación los valores de humedad tienden a incrementarse desde 22.90%, 23.60% y 24.40% para adiciones de 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano respectivamente; y la máxima densidad seca cambia desde 1.569 gr/cm³, 1.574 gr/cm³ y 1.545 gr/cm³ para 3%, 5% y 7% de adición de ceniza, obteniendo una compactación más favorable al 5% de adición de ceniza con una máxima densidad de 1.574 kg/cm³ y una de humedad 23.60%.

4.2.3 Resultados de la Cuantificación de la variación del california bearing ratio de la estabilización de subrasante con la adición de ceniza de tallos de banano



Figura 38. Ejecución de ensayo CBR



Figura 39. Sumergimiento de moldes CBR

Tabla 22. Ensayo de CBR adicionando 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano.

Ensayo de CBR	suelo sin ceniza		suelo con ceniza	
	SP	SP + 3%	SP + 5%	SP + 7%
CBR (100% DMS) 0.1"	5.7	7.6	8.2	10.8
CBR (95% DMS) 0.1"	3.9	5.2	6.0	8.3

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

En la tabla 22 se visualiza que los valores del CBR del suelo patrón al 95% de la máxima densidad seca varían desde 3.9% a 5.2%, 6.0% y 8.3% para adiciones de 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano respectivamente, mientras que al 100% de la máxima densidad seca el CBR se incrementan de 5.7% a 7.6%, 8.2% y 10.8% con respecto al suelo patrón.

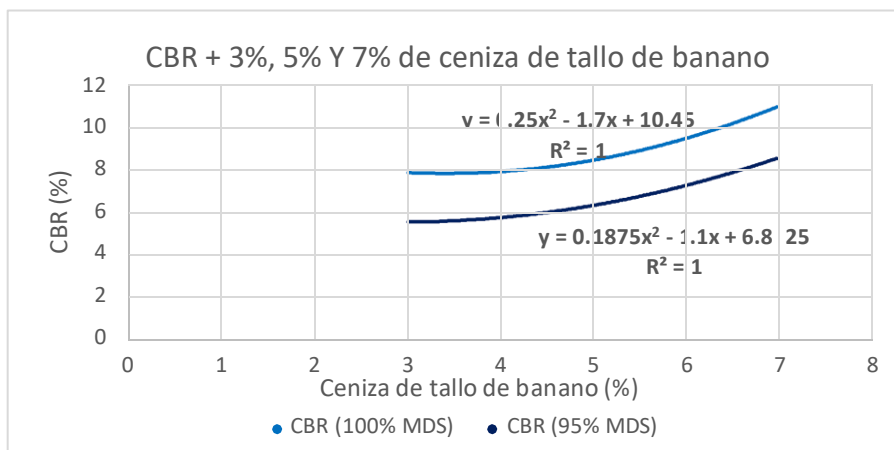


Figura 40. Variación del California Bearing Ratio con la adición de ceniza de tallo de banano.

Interpretación:

cómo se aprecia en la figura 40, los valores de CBR al 95% de la máxima densidad seca tienden a variar desde 5.2%, 6.0% y 8.3% al agregarse 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano respectivamente, el mayor valor alcanzado para una adición de 7% es de 8.3% de CBR. El CBR al 100% de la máxima densidad varía desde 7.6%, 8.2% y 10.8% respectivamente al adicionar 3%, 5% y 7% de ceniza, teniendo como máximo valor 10.8%, notándose que el CBR tiende a incrementarse con la adición de cenizas de tallo de banano.

4.2.4 Cuantificación del módulo de resiliencia con la adición de ceniza de tallo de banano de la estabilización de subrasante con la adición de ceniza de tallos de banano.

Tabla 23. Módulo resiliente con adición de ceniza en 3%, 5% y 7%

suelo	CBR (100% MDS)	CBR (95% MDS)	Mr 100%(Psi)	Mr 95% (Psi)
Suelo patrón	5.7	3.9	7783.1	6104.8
Patrón +3% de ceniza	7.2	5.2	9038.2	7338.9
Patrón +5% de ceniza	8.2	6	9822.7	8042.8
Patrón +7% de ceniza	10.8	8.3	11705.3	9899.2

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

En la tabla 23 se aprecia que los valores del módulo resiliente del suelo patrón al 95% del CBR se cambian desde 6104.8 psi a 7338.9 psi, 8042.8 psi y 9899.2 psi para adiciones de 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano respectivamente, mientras que al 100% del CBR el módulo resiliente se incrementan de 7783.1 psi a 9038.2 psi, 9822.7 psi y 11705.3 psi.

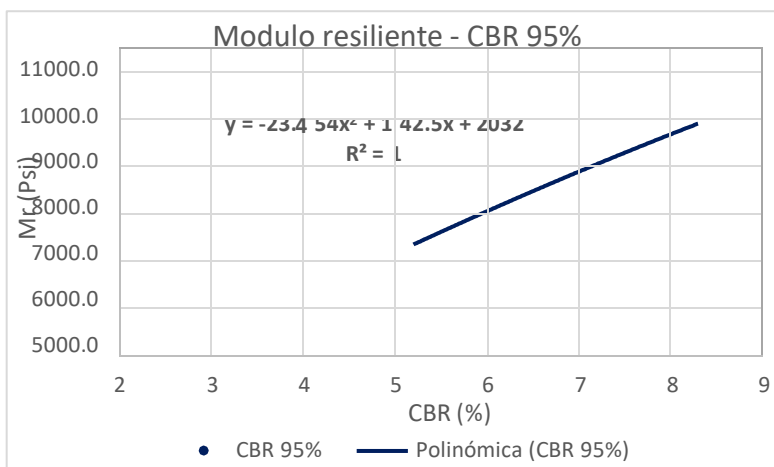


Figura 41. variación del módulo resiliente con 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano

Interpretación:

En la figura 41 se observa que los valores del módulo resiliente al 95% del CBR cambia de 7338.9 psi, 8042.8 psi y 9899.2 psi, para adiciones de 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano respectivamente, el mayor valor alcanzado para una adición de 7% es 9899.2 psi, notándose que los datos tienden a incrementarse con la adición de ceniza de tallo de banano.

4.2.5 Determinación de la variación de la estabilización de subrasante con la adición de ceniza de tallos de banano

El porcentaje de ceniza adecuado es el 7% según los datos apreciados en las tablas anteriores. Siendo este porcentaje óptimo para la estabilización de subrasantes blandas con la adición de ceniza de tallo de banano.

Tabla 24. Variación de la estabilización de subrasante con cenizas de tallo de banano.

Ensayo	suelo patrón		suelo con ceniza	
	SP	SP + 3%	SP + 5%	SP + 7%
Índice de Plasticidad	7.8	5.9	5.7	5.61
densidad máxima seca (gr/cm ³)	1.58	1.569	1.574	1.545
humedad optima (%)	24.2	22.90	23.60	24.40
CBR (95% DMS) 0.1"	3.9	5.2	6.0	8.3
CBR (100% DMS) 0.1"	5.7	7.6	8.2	10.8
Módulo de resiliencia (Psi)	6104.8	7338.9	8042.8	9899.2

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

En la tabla 24 se observan los ensayos realizados, pertenecientes a CBR y Proctor modificado, plasticidad y módulo resiliente, observándose las variaciones de estos ensayos con la adición de 3%, 5% y 7% de la ceniza de tallo de banano, notándose que al 5% y 7% de la adición de ceniza de tallo de banano las propiedades varían positivamente, mientras que al 3% las propiedades varían negativamente con los otros componentes.

4.3 Contrastación de hipótesis

Para la selección de la prueba estadística se realizaron pruebas de normalidad, siendo seleccionada la prueba de Shapiro - Wilk puesto que el grupo de estudio es menor de 50 unidades, y está conformado por 3 porcentajes y la calicata patrón, para lo cual se consideró un error de 5% (0.05) y una confiabilidad de 95% (0.95), para la prueba de correlación se efectúa la correlación de Spearman o Pearson, se ejecutó mediante el programa IBM SPSS Statistics y los resultados fueron:

HE1 : La ceniza de tallo de banano cambia la plasticidad de la sub rasante en la avenida Manu Salvación, Madre de Dios 2021.

Ho= La ceniza de tallo de banano cambia la plasticidad de la sub rasante en la avenida Manu Salvación, Madre de Dios 2021.

H1= La ceniza de tallo de banano no cambia la plasticidad de la sub rasante en la avenida Manu Salvación, Madre de Dios 2021.

Prueba de normalidad

Ho= los datos de la variable plasticidad con la adición de ceniza de tallos de banano tiene normalidad

H1= los datos de la variable plasticidad con la adición de ceniza de tallos de banano no tiene normalidad

Tabla 25. Prueba de normalidad de la plasticidad de la subrasante estabilizada con ceniza de tallo de banano

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación de ceniza	.162	4	.	.989	4	.952
Plasticidad	.383	4	.	.731	4	.025

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 25 se aprecia que $0.025 > 0.05$ entonces se acepta la hipótesis alterna, los datos de la variable plasticidad no tienen normalidad para un nivel de significancia de 5%.

Coefficiente de correlación de Spearman

Ho= los datos del cambio de la variable compactación no están relacionadas con la adición de ceniza de tallos de banano

H1= los datos del cambio de la variable compactación están relacionadas con la adición de ceniza de tallos de banano

Tabla 26. Prueba de correlación de Spearman en la plasticidad de la subrasante estabilizada con ceniza de tallo de banano

Correlaciones				
			Dosificación de ceniza	Plasticidad
Rho de Spearman	Dosificación de ceniza	Coeficiente de correlación	1.000	-1.000**
		Sig. (bilateral)	.	.
		N	4	4
	Plasticidad	Coeficiente de correlación	-1.000**	1.000
		Sig. (bilateral)	.	.
		N	4	4

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 26 se observa que $0 > 0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula. Existe evidencia estadística de significativa de para afirmar que la variable plasticidad no está relacionada de manera directa y positiva con la adición de ceniza de tallo de banano. ($r = -1$). Por consiguiente se acepta la hipótesis alterna.

HE 2: La ceniza de tallo de banano cambia la compactación de la subrasante en la avenida Manu, Salvación, Madre De Dios 2021.

H_0 = La ceniza de tallo de banano cambia la compactación de la subrasante en la avenida Manu, Salvación, Madre De Dios 2021.

H_1 = La ceniza de tallo de banano no cambia la compactación de la subrasante en la avenida Manu, Salvación, Madre De Dios 2021.

Prueba de normalidad

H_0 = los datos de la variable compactación con la adición de ceniza de tallos de banano tiene normalidad

H_1 = los datos de la variable compactación con la adición de ceniza de tallos de banano no tiene normalidad

Tabla 27. Prueba de normalidad de la compactación de la subrasante estabilizada con ceniza de tallo de banano

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación de Ceniza	.162	4	.	.989	4	.952
MDS	.281	4	.	.895	4	.405

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 27 se observa que $0.405 > 0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula los datos de la variable compactación tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Coeficiente de correlación de Pearson

Ho= los datos del cambio de la variable compactación no están relacionadas con la adición de ceniza de tallos de banano

H1= los datos del cambio de la variable compactación están relacionadas con la adición de ceniza de tallos de banano

Tabla 28. Prueba de correlación de Pearson en la compactación de la subrasante estabilizada con ceniza de tallo de banano

Correlaciones			
		Dosificación de Ceniza	MDS
Dosificación de Ceniza	Correlación de Pearson	1	-.818
	Sig. (bilateral)		.182
	N	4	4
MDS	Correlación de Pearson	-.818	1
	Sig. (bilateral)	.182	
	N	4	4

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 28 se aprecia que $0.182 > 0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula. Existe evidencia estadística significativa para afirmar que la variable compactación no está relacionada de manera directa y positiva con la adición de ceniza de tallo de banano. ($r=-0.818$). Por consiguiente se acepta la hipótesis alterna.

HE 3: La estabilización de subrasante con ceniza de tallos de banano cambia considerablemente el california bearing ratio en la avenida Manu Salvación, Madre De Dios 2021.

Ho= La estabilización de subrasante con ceniza de tallos de banano cambia considerablemente el california bearing ratio en la avenida Manu Salvación, Madre De Dios 2021.

H1= La estabilización de subrasante con ceniza de tallos de banano no cambia considerablemente el california bearing ratio en la avenida Manu Salvación, Madre De Dios 2021.

Prueba de normalidad

Ho= los datos de la variable CBR con la adición de ceniza de tallos de banano tiene normalidad

H1= los datos de la variable CBR con la adición de ceniza de tallos de banano no tiene normalidad

Tabla 29. Prueba de normalidad del CBR de la subrasante estabilizada con ceniza de tallo de banano

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov - Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación de ceniza	.162	4	.	.989	4	.952
CBR (95% MDS)	.218	4	.	.972	4	.856

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 29 se observa que $0.856 > 0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula los datos de la variable california bearing ratio tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Coficiente de correlación de Pearson

Ho= los datos del incremento de la variable CBR no están relacionadas con la adición de ceniza de tallos de banano

H1= los datos del incremento de la variable CBR están relacionadas con la adición de ceniza de tallos de banano

Tabla 30. Prueba de correlación de Pearson en el CBR de la subrasante estabilizada con ceniza de tallo de banano.

Correlaciones			
		Dosificación de ceniza	CBR (95% MDS)
Dosificación de ceniza	Correlación de Pearson	1	.963*
	Sig. (bilateral)		.037
	N	4	4
CBR (95% MDS)	Correlación de Pearson	.963*	1
	Sig. (bilateral)	.037	
	N	4	4

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 30 se aprecia que $0.037 < 0.05$ entonces se acepta la hipótesis alterna. Existe evidencia estadística significativa para afirmar que la variable california

bearing ratio está relacionada de manera directa y positiva con la adición de ceniza de tallo de banano. ($r=0.963$). Por consiguiente se acepta la hipótesis nula.

HE 4: La ceniza de tallo de banano cambia el módulo resiliente de la subrasante en la avenida Manu, Salvación, Madre De Dios 2021.

Ho= La ceniza de tallo de banano cambia el módulo resiliente de la subrasante en la avenida Manu, Salvación, Madre De Dios 2021.

H1= La ceniza de tallo de banano no cambia el módulo resiliente de la subrasante en la avenida Manu, Salvación, Madre De Dios 2021.

Prueba de normalidad

Ho= los datos de la variable módulo resiliente con la adición de ceniza de tallos de banano tiene normalidad

H1= los datos de la variable módulo resiliente con la adición de ceniza de tallos de banano no tiene normalidad

Tabla 31. Prueba de normalidad del módulo resiliente de la subrasante estabilizada con ceniza de tallo de banano

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
dosificación de ceniza	.162	4	.	.989	4	.952
Modulo Resiliente	.201	4	.	.984	4	.927

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 31 se observa que $0.927 > 0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula los datos de la variable modulo resiliente tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Coefficiente de correlación de Pearson

Ho= los datos del incremento de la variable módulo resiliente no están relacionadas con la adición de ceniza de tallos de banano

H1= los datos del incremento de la variable módulo resiliente están relacionadas con la adición de ceniza de tallos de banano

Tabla 32. Prueba de correlación de Pearson en el módulo resiliente de la subrasante estabilizada con ceniza de tallo de banano.

Correlaciones			
		dosificación de ceniza	Modulo Resiliente
dosificación de ceniza	Correlación de Pearson	1	.974*
	Sig. (bilateral)		.026
	N	4	4
Modulo Resiliente	Correlación de Pearson	.974*	1
	Sig. (bilateral)	.026	
	N	4	4
*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).			

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 32 se aprecia que $0.026 < 0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula. Existe evidencia estadística significativa para afirmar que la variable california bearing ratio está relacionada de manera directa y positiva con la adición de ceniza de tallo de banano. ($r=0.974$). Por consiguiente se acepta la hipótesis nula.

HG: La estabilización de subrasante con la adición de ceniza de tallos de banano varía notablemente en la avenida Manu Salvación, Madre De Dios 2021, observando los resultados de los estadísticos de los objetivos específicos se puede afirmar que la estabilización de subrasantes adicionando ceniza de tallos de banano varía notablemente la estabilización en la avenida Manu.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1:

La plasticidad con la adición ceniza de tallo de banano varía desde 5.9 %, 5.7% y 5.61% para adiciones de 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano respectivamente. La mayor plasticidad alcanzada fue de 5.9% al adicionar 3% de ceniza de tallo de banano, disminuyéndose la plasticidad con respecto al suelo patrón, para valores superiores a 3% la plasticidad tiende a disminuir aún más. Al respecto Kazeem *et al* (2019), citado como antecedente internacional, obtiene como plasticidad natural de 23.35%, se obtiene como plasticidad máxima de 29.65% adicionando 2% de ceniza de cascara de plátano, y disminuyo a 18.3% al agregar 10% de ceniza de cascara de plátano, notándose que los valores tienden a disminuir. Del mismo modo Olowofoyeku *et al* (2021), citado como antecedente internacional presenta una plasticidad natural de 21.73% y esta disminuye conforme se le adiciona porcentajes de ceniza de paja de caña de azúcar, al 4%, 8%, 10%, 12% de adición presenta plasticidades de 18.95%, 15.20%, 12.56 y 16.76% respectivamente, notándose que los datos tienden a disminuir. Asimismo según la norma del Ministerio de Transportes y Cumunicaciones (2014), indica que la plasticidad máxima en terraplenes será de 9%, cumpliendo con este parámetro al adicionar 5% de ceniza de tallo de banano se obtiene 5.9% de plasticidad siendo este el mejor valor al adicionar los porcentajes de ceniza de tallo de banano. Como puede observarse los valores determinados son positivos, concordando con los resultados de tal cual los antecedentes, donde la plasticidad tiende a disminuir con las adiciones de cenizas. Pudiéndose afirmar que se cumplió con el objetivo

Discusión 2:

La compactación con la adición de ceniza de tallo de banano varia en la densidad seca desde 1.569 gr/cm³, 1.574 gr/cm³ y 1.545 gr/cm³ con adición de 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano respectivamente, la máxima densidad seca alcanzada es de 1.574 gr/cm³ al adicionar 5% de ceniza. Asimismo la compactación en el contenido de humedad varía desde 22.90%, 23.60% y 24.40% para adiciones de 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano, notándose un incremento de esta, la compactación más óptima se da al 5% de adición de ceniza de tallo de banano para valores superiores a este tiende a disminuir. Sin embargo

Diaz (2018), citado como antecedente nacional, presenta una densidad inicial de 1.85 g/cm³ y este cambia a 1.85 g/cm³, 1.86 g/cm³, 1.88 g/cm³ y 1.86g/cm³ para adiciones de 10%, 15%, 20% y 25% de cenizas de cascara de arroz incremento de la densidad seca máxima hasta la adición del 20% de ceniza de cascara de arroz, después de esta adición la máxima densidad seca disminuyo. En cuanto al óptimo contenido de humedad este disminuyo de 11.2% de la humedad natural hasta 7.8% con la adición de 25% de ceniza de cascara de arroz. En lo que concierne a Emeka y Olufikayo (2016), citado como antecedente internacional, obtiene una densidad de suelo natural de 1.94 gr/cm³, y esta disminuye desde 1.935 gr/cm³, 1.931 gr/cm³, 1.928 gr/cm³, 1.924 gr/cm³ y 1.906 gr/cm³ al 2%, 4%, 6%, 8% y 10 % de adición de adición de ceniza de hoja de banano respectivamente, notándose que los valores tienen a disminuir; en cuanto al optimo contenido de humedad este se incrementa desde 10.9% al 2% de adición de ceniza hasta 14.8% al 10% de adición de ceniza de hoja de banano, observando que los valores tienden a incrementarse. Visualizando los valores, se aprecia que los datos discrepan con los resultados de Diaz y coinciden con los resultados de Emeka y Olufikayo, donde la densidad seca tiende a disminuir con la adición de cenizas de tallo de banano aumentando el contenido de humedad, pudiéndose afirmar que se cumplió con el objetivo.

Discusión 3:

El california bearing ratio de la estabilización de subrasante varía desde 5.2%, 6.0% y 8.3% con la adición 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano respectivamente, siendo el máximo porcentaje de CBR (95% MDS) obtenido de 8.3% al 7 % de adición, notándose que con la adición de ceniza de tallo de banano la capacidad de soporte (CBR) tiende a incrementar. Al respecto Casas Garay (2020), citado como antecedente nacional, la capacidad de soporte (CBR) en la mezcla aumenta desde 2.2 % que es el valor inicial hasta 5.5 %, 6 % y 7.5 % con el 3 %, 5 % y 7 % de ceniza de carbón mineral respectivamente, obteniendo buenos resultados con el 5 % y 7 %, notándose que los valores tienden a incrementarse con la adición de ceniza. Por otra parte Boobala *et al* (2019), citado como antecedente internacional presenta la capacidad de soporte (CBR) en la mezcla aumenta desde 2.09 % que es el valor inicial hasta 2.9 %, 4.19 % y 5.39% con la adición de 3%, 6% y 9% de ceniza de árbol de banano respectivamente, obteniendo buenos resultados y

notándose que el CBR tiende a incrementarse con la adición de cenizas de árbol de banano. Así mismo la norma del Manual de Carreteras (2014), indica en la tabla 3 las categorías de CBR proponiendo la mejora del suelo de una subrasante insuficiente hasta una subrasante regular, presentando valores de 6% y 8.3% al 95% de la máxima densidad seca para adiciones de 5% y 7% de ceniza de tallo de banano, cumpliendo este parámetro y llegándose a mejorar el CBR del suelo. Observando los valores de los antecedentes, son positivos con la investigación, notándose que el CBR se incrementa con la adición de ceniza de tallo de banano, pudiéndose afirmar que se cumplió con el objetivo.

Discusión 4:

El módulo resiliente al 95% del CBR de la estabilización de subrasante cambia desde 7338.9 psi, 8042.8 psi y 9899.2 psi para adiciones de 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano respectivamente, mientras que al 100% del CBR se incrementan de 7783.1 psi a 9038.2 psi, 9822.7 psi y 11705.3 psi. Al respecto Camelo y Gonzales (2021), citado como antecedente internacional presenta un Módulo resiliente inicial de 5801.51 psi y varía desde 67433.83psi, 110385.3psi, 73171.52psi y 146263.3psi, para adiciones de 2%, 4%, 8% y 10% de ceniza volante, notándose que los valores tienden a incrementarse. Con relación a la Norma CE. 010 Pavimentos Urbanos (2010), en la tabla 4 se presentan los rangos de módulo resiliente, lográndose incrementar desde 6104.8 psi hasta 9899.2 (módulo resiliente regular), lográndose mejorar el módulo resiliente de la subrasante. Notándose que los valores de los antecedentes concuerdan con la investigación, el módulo resiliente se incrementa con la adición de ceniza de tallo de banano, pudiéndose afirmar que se cumplió con el objetivo.

Discusión 5:

La estabilización de subrasante con la adición de ceniza de tallos de banano presenta variaciones en cuanto sus propiedades, teniéndose un CBR máximo de 8.3% al adicionar 7% de ceniza e tallo de banano, llegando a una subrasante regular, cumpliendo con el Manual de carreteras (2014). Así mismo la máxima densidad seca obtenida es de 1.574 gr/cm³ al 5% de ceniza de tallo de banano, de la misma manera la plasticidad presenta valores desde 5.9 %, al 3% de adición ceniza de tallo de banano, se lograron mejores resultados al adicionar 5% y 7% de

ceniza de tallo de banano. Al respecto Casas (2020) concluye que se mejora la estabilización de suelos con los porcentajes de 5 % y 7 % de Ceniza de Carbón Mineral. Asimismo Olowofoyeku *et al* (2021), en su artículo donde se estabilizo suelos lateríticos con ceniza de paja de caña de azúcar (SCSA), concluye que la fuerza del suelo es positivo cuando se agrega 4% de SCSA, se concluyó que: los datos obtenidos después de realizar todas las pruebas fueron exitosos, lo que indica que el estabilizador (SCSA) se puede utilizar con seguridad como estabilizador de suelos.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1:

La plasticidad con la adición ceniza de tallo de banano cambia desde 5.9%, 5.7% y 5.61% para adiciones de 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano respectivamente. La plasticidad disminuyo con respecto a su valor inicial (7.8%), obteniéndose como máxima plasticidad alcanzada de 5.9% al adicionar 3% de ceniza de tallo de banano, para mayores porcentajes la plasticidad tiende a disminuir más.

Conclusión 2:

La compactación cambia en la máxima densidad seca desde 1.569 gr/cm³, 1.574 gr/cm³ y 1.545 gr/cm³ con la adición de 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano respectivamente, esta disminuyo con respecto a su valor inicial (1.58 gr/cm³), la máxima densidad seca alcanzada es de 1.574 gr/cm³ al adicionar 5% de ceniza. El contenido de humedad cambia desde 22.90%, 23.60% y 24.40% para adiciones de 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano, notándose un incremento de este. La compactación más conveniente se dio al 5% de adición de ceniza de tallo de banano, para valores diferentes a este tiende a disminuir más.

Conclusión 3:

El california bearing ratio de la estabilización de subrasante varía desde 5.2%, 6.0% y 8.3% para adiciones de 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano respectivamente, el máximo valor de CBR (95% MDS) obtenido es de 8.3% al adicionar 7 % de ceniza de tallo de banano, lográndose incrementar con respecto al CBR inicial (3.9%), porcentajes inferiores a ese tienden a disminuir el CBR.

Conclusión 4.

El módulo resiliente de la estabilización de subrasante cambia desde 7338.9 psi, 8042.8 psi y 9899.2 psi para adiciones de 3%, 5% y 7% de ceniza de tallo de banano respectivamente, el máximo valor obtenido es de 9899.2 psi al adicionar 7% de ceniza de tallo de banano, notándose un incremento con respecto al valor inicial (6104.8 psi), para porcentajes menores los valores tienden a disminuirse.

Conclusión 5:

Se concluye que la estabilización de subrasantes adicionando porcentajes de ceniza de tallo de banano, varia en la plasticidad presentando disminuciones notables, en la compactación presenta cambios mínimos con respecto a la densidad seca, y la humedad se incrementa, propone variaciones positivas en las propiedades del CBR de la subrasante blanda aumentando su resistencia, asimismo se incrementa el módulo resiliente, determinándose que la dosificación optima es de 5% y 7% de adición de ceniza de tallo de banano.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1:

Se recomienda utilizar la ceniza de tallos de banano hasta un 5%, para porcentajes superiores tiende a disminuir la plasticidad. Asimismo se recomienda que las cenizas previo a su uso en la estabilización de subrasantes sean ser tamizadas por la malla #20.

Recomendación 2:

Se recomienda emplear la ceniza de tallos de banano en un 5% de adición de ceniza de tallos de banano, el cual tiende a incrementar la compactación, valores diferentes a estos tienden a reducir la compactación. Se recomienda realizar investigaciones en concreto con adición de ceniza de tallo de banano como porcentaje de reemplazo en función del cemento.

Recomendación 3:

Se debe emplear ceniza de tallos de banano para mejorar el California Bearing Ratio (95% MDS) en 7% de ceniza de tallos de banano en la subrasante, valores menores a este presentan mejoras inferiores del california bearing ratio. Asimismo se recomienda utilizar los restos de ceniza que no superan la malla #20 como abono en el cuidado de plantas de cultivo.

Recomendación 4:

se debe utilizar la ceniza de tallo de banano para mejorar el módulo resiliente hasta 7% de adición en subrasantes, valores inferiores tienden a reducir la mejora de la subrasante. Se recomienda realizar estudios de análisis de PH en suelos de la subrasante con adición de cenizas.

Recomendación 5:

Se recomienda emplear de 5% a 7% de ceniza de tallos de banano en la estabilización de subrasantes, puesto que valores inferiores a estos tienden a reducir las cualidades del suelo de subrasante. Se recomienda evaluar es aspecto económico del uso de cenizas de tallo de banano, para conocer mejor la rentabilidad.

REFERENCIAS

1. **AGUIRRE Espinoza, Edwards Jesus y DE LA TORRE Dueñas, Cleto. 2019.** *Metodología De La Investigación Científica*. s.l. : Moshera S.R.L, 2019. pág. 151. ISBN: 978-612-4441-01-1.
2. **ARIAS Gonzales, Jose Luis y COVINOS Gallardo, Mitsuo. 2021.** *Diseño y Metodología de la investigación*. Arequipa : ENFOQUES CONSULTING EIRL, 2021. pág. 118. ISBN: 978-612-48444-2-3.
3. **ARIAS Odon, Fidias G. 2012.** El Proyecto de Investigación. *El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica*. Caracas : s.n., 2012. pág. 26.
4. **Asociacion Mundial de Carreteras (PIARC). 2014.** Importancia de la conservacion de carreteras. 2014. pág. 7.
5. *Banana Pseudo-Stem Fiber: Preparation, Characteristics, and Applications*. **ASMANTO, Subagyo y ACHMAD, Chafidz. 2018.** 2018, Banana Nutrition - Función y cinética de procesamiento.
6. **BOWLES, Joseph E. 1981.** *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil*. Mexico : s.n., 1981. pág. 190. ISBN: 968-451-046-2.
7. **BRAJA M. , Das. 2015.** *Fundamentos de ingeniería geotécnica Cuarta edición*. s.l. : Cengage Learning, 2015. ISBN: 978-607-519-373-1.
8. **CAMELO Rojas, Alex Steward y GONZÁLES Esposito, Hector Leonardo. 2021.** *Propiedades Resilientes De Subrasantes Granulares Estabilizadas Con Ceniza Volante Para Diseño De Pavimentos Flexibles*. Universidad Catolica de Colombia. Bogota : s.n., 2021.
9. *Caracterización Granulométrica De Las Plantas Productoras De Arena En La República Dominicana, Su Impacto En La Calidad Y Costo Del Hormigón*. **TOIRAC Corral, José. 2012.** Santo Domingo : s.n., 2012, Ciencia y Sociedad, págs. 293-33. ISSN: 0378-7680.
10. **CASAS Garay, Jhonatan Smith. 2020.** *Estabilizacion De Suelos Cohesivos En Subrasante En El Pasaje 30 De Mayo- Jiron Mariategui De Anexo Uñas, Junin*. JUNIN : s.n., 2020.
11. **DIAZ Vazquez, Fernando. 2018.** *Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martin – Lonya Grande, Amazonas 2018*. Universidad Cesar Vallejo. AMAZONAS : s.n., 2018.
12. *Effect of Plantain Peel Ash on Gradation and Compaction Characteristics of Tropical Soil*. **Kazeem Ishola, Ifeoluwa C. Agbolade y Paul Yohanna. 2019.** s.l. : FUOYE Journal of Engineering and Technology, Volume 4., 2019, FUOYE Journal of Engineering and Technology. ISSN: 2579-0625.
13. **GARNICA Anguas, Paul, GOMEZ López, José Antonio y SESMA Martínez, Jesús Armando. 2002.** *Mecanica De Materiales Para Pavimentos*. Sanfandila : s.n., 2002. ISSN 0188-7297 .
14. *Geotechnical Properties of Lateritic Soil Stabilized with Banana Leaves Ash*. **EMEKA, Segun Nnochiri y OLUFIKAYO O., Aderinlewo. 2016.** 2016, FUOYE Journal of Engineering and Technology, Vol. Volumen 1. ISSN: 2579-0625.

15. *Geotechnical properties of lateritic soil stabilized with.* **OLOWOFOYEKU, A, y otros. 2021.** 2021, Journal of Physics: Conference Series.
16. **HERNANDEZ Sampieri, Roberto, FERNANDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, María del Pilar . 2014.** *Metodologia De La Investigacion.* 2014. pág. 24.
17. *Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante.* **OJEDA Farias, O., MENDOZA Rangel, J.M y BALTAZAR Zamora, M. A. 2018.** 2018, Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, págs. 194-208.
18. **JUAREZ Badillo Eulalio y RICO Rodriguez, Alfonso. 1973.** *Mecanica De Suelos Tomo I.* s.l. : LIMUSA S. A., 1973. pág. 87.
19. **JUAREZ Badillo, Eulalio y RICO Rodriguez, Alfonso. 2005.** *Mecanica de Suelos I - Fundamentos De La Mecanica de suelos.* s.l. : Limusa, 2005. pág. 34. ISBN: 968-18-0069-9.
20. **LISTER y POWELL. 1987.** 1987.
21. **MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. 2013.** *Especificaciones Tecnicas Generales Para Construccion.* 2013.
22. **MINISTERIO DE TRANSPORTES y COMUNICACIONES. 2016.** *Manual de Ensayo de Materiales.* 2016.
23. **Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2010.** Reglamento Nacional de Edificaciones. *NORMA CE.010 Pavimentos Urbanos.* 2010.
24. **MINISTERIO Del Ambiente. 2014.** 2014.
25. **MINSTERIO DE TRANSPORTES Y CUMUNICACIONES. 2014.** *Manual de Carreteras Suelos Geologia, Geotecnia y Pavimentos.* 2014.
26. **MOTT, Robert L. 2006.** *Mecanica de Fluidos. Sexta edicion.* s.l. : Ree Anne Davies, 2006. pág. 14. ISBN: 970-26-0805-8.
27. **MUÑOZ Rocha, Carlos I. 2015.** *Metodología de la investigación.* Mexico : Progreso S.A de C.V, 2015. ISBN: 9786074265422.
28. **NORMA CHILENA OFICIAL. 1980.** NORMA CHILENA OFICIAL NCh1726.Of80Mecánica de suelos - Determinación de las densidades máxima y mínima y cálculo de la densidad relativa en suelos no cohesivos. 1980.
29. **ÑAUPAS Paitan, Humberto, y otros. 2018.** *Metodología de la investigación - Cuantitativa y Redaccion de la Tesis.* 2018. pág. 140.
30. **ÑAUPAS Paitan, Humberto, y otros. 2014.** *Metodología de la investigación cuantitativa- cualitativa y redacción de la tesis.* 2014. pág. 230.
31. *O Uso Da Cal Para A Estabilização Dos Solos Utilizados Na Engenharia.* **PEREIRA, Leandro de Assis. y CARVALHO, Diógenes Costa de. 2021.** 2021, Revista Científica Multidisciplinar, Vol. Volumen 15, págs. 144-165. ISSN: 2448-0959.
32. **OSEDA D., y otros. 2015.** *Teoria y Practica de la Investigacion Cientifica.* 2015. pág. 80.

33. **PRABU., M., y otros. 2019.** *A Study On The Mechanical Properties Of Banana Steam Ash.* 2019.
34. **SABIO, Carlos, y otros. 1999.** *Manual del Cultivo de Banano.* s.l. : Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 1999.
35. **SALAZAR P. , CECILIA y DEL CASTILLO G., SANTIAGO. 2018.** *FUNDAMENTOS BÁSICOS DE ESTADÍSTICA.* 2018. pág. 13.
36. **SALINAS", Pedro Jose. 2012.** *Metodologia De La Investigacion cientifica.* 2012.
37. *Stabilization Of Black Cotton Soil Using Banana Tree.* **BOOBALA Krishnan, K.V., y otros. 2019.** 2019, International Journal of Research in Engineering and Management, Vol. volumen N° 1 , págs. 277-285.
38. **TAMAYO y Tamayo, Mario. 2003.** *El Proceso de la investigacion cientifica.* Mexico : LIMUSA, 2003. ISBN: 968-18-5872-7.
39. *Uso De Materiais Alternativos em Camadas ee Pavimentos Asfálticos: Uma Análise Bibliográfica.* **SILVA, Dias da, Marcos Vinicius y Oliveira Guimarães, SANTOS, Rafaella. 2021.** 2021, Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, Vol. volumen 06, págs. 67-82. ISSN: 2448-0959.
40. **VALERINO, Elizabethe, YABER, Guillermo y CEMBORAIN, María. 2015.** *Metodología de la investifacion: paso a paso.* s.l. : Trillas, S.A. de C.V., 2015. ISBN: 978-607-17-0511-2.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

Título: Estabilización de Subrasantes Blandas con Cenizas de Tallos de Banano en Zonas Tropicales, Avenida Manu Salvación, Madre de Dios 2021					
autor : Jose Marcelo Corrales Alvarez					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Variable 1: ceniza de tallo de banano	La ceniza de las fibras naturales como el banano tiene excelentes propiedades físicas y mecánicas y se puede utilizar con mayor eficacia, puesto que son económicas. Prabu et al (2019),	La variable Ceniza De Tallo De Banano se operacionaliza mediante sus dimensiones e indicadores para la D1: porcentaje de ceniza de tallo de banano, D2: Granulometría, D3: peso específico.	D1: Porcentajes de material (%)	I1: 3% ceniza I2:5% ceniza I3:7% ceniza	razón
			D2: Granulometría	I1: Malla #200 I2: Malla #20 I3: Malla #4	
			D3:Peso específico	I1: peso específico de la ceniza de tallos de banano I2:volumen de ceniza seca	
variable 2: estabilización de subrasantes blandas	"La mejora de un suelo consiste en el mejoramiento de sus propiedades físicas, a través de procesos mecánicos y adición de elementos naturales o sintéticos, ejecutándose en suelos deficientes para proponer un suelo de mejor calidad." Ministerio De Transportes y Comunicaciones (2014).	La variable Estabilización De Subrasantes Blandas se operacionaliza mediante sus dimensiones e indicadores para la D1: Plasticidad, D2: Compactación y D3: capacidad de soporte.	D1:plasticidad	I1: limite liquido I2:limite plástico I3:índice de plasticidad	razón
			D2:compactación	I1: Densidad máxima I2: Contenido de humedad I3: tipo de suelo	
			D3: capacidad de soporte (CBR)	I1: Expansión I2: Penetracion I3:Modulo de resiliencia	

Anexo 2: Matriz De Consistencia

Título: Estabilización de subrasantes blandas con cenizas de tallos de banano en zonas tropicales, avenida Manu, Salvación, Madre de Dios 2021							
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
<p>Problema General: ¿Cuánto varía la estabilización de subrasante con la adición de ceniza de tallos de banano, en la avenida Manu Salvación, Madre De Dios 2021?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <p>¿Cuánto cambia la plasticidad con la adición de ceniza de tallo banano para estabilizar la subrasante en la avenida Manu, Salvación, Madre De Dios 2021?</p> <p>¿Cuánto cambia la compactación en la estabilización de subrasante con ceniza tallos de banano en la avenida Manu, Salvación, Madre De Dios 2021?</p> <p>¿Cuánto varía el california bearing ratio de la estabilización de subrasante con la adición de ceniza de tallos de banano en la avenida Manu Salvación, Madre De Dios, 2021?</p> <p>¿Cuánto cambia el módulo resiliente de la subrasante con la adición de ceniza de tallo de banano en la avenida Manu, Salvación, Madre de Dios, 2021?</p>	<p>Objetivo general: Determinar la variación de la estabilización de subrasante con la adición de ceniza de tallos de banano en la avenida Manu Salvación, Madre De Dios 2021.</p> <p>Objetivos Específicos: Cuantificar el cambio en la plasticidad de la subrasante al adicionar ceniza de tallo de banano en la avenida Manu Salvación, Madre De Dios 2021. Estimar los cambios de la compactación al estabilizar la subrasante con ceniza de tallos de banano en la avenida Manu Salvación, Madre De Dios 2021. Calcular la variación del california bearing ratio de la estabilización en la subrasante con la adición de ceniza de tallos de banano en la avenida Manu Salvación, Madre De Dios 2021. Calcular el cambio del módulo resiliente de la subrasante con la adición de ceniza de tallo de banano en la avenida Manu, Salvación, Madre de Dios, 2021.</p>	<p>Hipótesis General: La estabilización de subrasante con la adición de ceniza de tallos de banano varía notablemente en la avenida Manu Salvación, Madre De Dios 2021.</p> <p>Hipótesis Específicos: La ceniza de tallo de banano cambia la plasticidad de la sub rasante en la avenida Manu Salvación, Madre De Dios 2021. La ceniza de tallo de banano cambia la compactación de la subrasante en la avenida Manu, Salvación, Madre De Dios 2021. La estabilización de subrasante con ceniza de tallos de banano varía considerablemente el california bearing ratio en la avenida Manu Salvación, Madre De Dios 2021. La ceniza de tallo de banano cambia el módulo resiliente de la subrasante en la avenida Manu, Salvación, Madre De Dios 2021.</p>	<p>Variable 1: Ceniza de Tallo de Banano</p>	D1: Porcentajes de ceniza (%)	I1: 3% de ceniza I2: 5% de ceniza I3: 7% de ceniza	-Ficha de recopilación de datos	<p>Tipo de investigación: aplicada</p> <p>Enfoque de investigación: cuantitativo</p> <p>El diseño de investigación: Cuasi experimental</p> <p>El nivel de investigación: explicativo</p> <p>Población: avenida Manu 906.4m</p> <p>Muestra: desde la progresiva 0+523 hasta 0+783 de la avenida Manu</p> <p>Muestreo: no probabilístico</p>
				D2: Granulometría	I1: Malla #200 I2: Malla #20 I2: Malla #4		
				D3: Peso específico	I1: Peso específico de la ceniza de tallos de banano I2: Volumen de ceniza seca		
			<p>Variable : Estabilización de subrasante blanda</p>	D1: Plasticidad	I1: Limite liquido I2: Limite plástico I3: Índice de plasticidad	-Ficha de recopilación de datos	
				D2: Compactación	I1: Densidad máxima I2: Contenido de humedad I3: Tipo de suelo		
				D3: capacidad de soporte (CBR)	I1: Expansión I2: Penetración I3: Modulo de resiliencia		

Anexo 3: Validez

VALIDEZ DE EXPERTOS DE FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS: TITULO: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON CENIZAS DE TALLOS DE BANANO EN ZONAS TROPICALES, AVENIDA MANU, SALVACION, MADRE DE DIOS 2022
 AUTOR : JOSE MARCELO CORRALES ALVAREZ

INFORMACION GENERAL						EXPERTO
UBICACIÓN:	AVENIDA MANU, SALVACION		COORDENADAS			
DISTRITO:	MANU		ALTITUD:	550 m.s.n.m.		
PROVINCIA:	MANU		LATITUD:	12° 50' 10" Sur		
DEPARTAMENTO:	MADRE DE DIOS		LONGITUD:	71° 21' 31" Oeste.		Puntaje
i. porcentaje de ceniza de tallo de banano						1
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
3%	% del peso del suelo	5%	% del peso del suelo	7%	% del peso del suelo	
ii. Granulometria						1
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
Malla # 4		Malla # 20		Malla # 200		
iii. Peso específico						1
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
peso específico de la ceniza	g/cm3	volumen de la ceniza seca	cm3			
iv. Plasticidad						1
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
Límite líquido	%	Límite plástico	%	Índice de plasticidad	%	
v. Compactacion						1
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
Máxima densidad seca	gr/cm3	Contenido de humedad	%	Tipo de suelo		
vi. Capacidad de soporte						1
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
Expansión	%	Penetración	Pulgadas	Módulo resiliente	Psi	
APELLIDOS Y NOMBRES:						
Zoga De la Cruz Edgard						
PROFESIONAL:						
Ingeniero Civil						
REGISTRO CIP Nº:						
89710						
EMAIL:						
zecons.ing@gmail.com						
TELÉFONO:						
954687564						
Promedio						1.00

Ing. Edgard Zoga De La Cruz
 INGENIERO CIVIL
 CIP 89710

VALIDEZ DE EXPERTOS DE FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS: TITULO: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON CENIZAS DE TALLOS DE BANANO EN ZONAS TROPICALES, AVENIDA MANU, SALVACION, MADRE DE DIOS 2022
AUTOR: JOSE MARCELO CORRALES ALVAREZ

I. INFORMACION GENERAL						
UBICACIÓN:	AVENIDA MANU, SALVACION		COORDENADAS			
DISTRITO:	MANU		ALTITUD:	550 m.s.n.m.		
PROVINCIA:	MANU		LATITUD:	12° 50' 10" Sur		EXPERTO
DEPARTAMENTO:	MADRE DE DIOS		LONGITUD:	71° 21' 31" Oeste.		Puntaje
II. porcentaje de ceniza de tallo de banano						1
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
3%	% del peso del suelo	5%	% del peso del suelo	7%	% del peso del suelo	
III. Granulometria						1
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
Malla # 4		Malla # 20		Malla # 200		
IV. Peso especifico						1
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
peso especifico de la ceniza	g/cm3	volumen de la ceniza seca	cm3			
V. Plasticidad						1
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
Limite liquido	%	Limite plastico	%	Indice de plasticidad	%	
VI. Compactacion						1
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
Maxima densidad seca	g/cm3	Contenido de humedad	%	Tipo de suelo		
VII. Capacidad de soporte						0
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
Expansion	%	Penetracion	Pulgadas	Modulo resiliente	Psi	
APELLIDOS Y NOMBRES: GIL FLORES GLADEMIR RAY						
PROFESIONAL: INGENIERO CIVIL						
REGISTRO CIP Nº: 161210						
EMAIL: gladi1415.gygf@gmail.com						
TELEFONO: 995663440						
Promedio						0,83

Promedio

0,83



Ing Glademir Ray Gil Flores
Residente de Obra
CIP Nº 161210


VALIDEZ DE EXPERTOS DE FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS: TITULO: ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON CENIZAS DE TALLOS DE BANANO EN ZONAS TROPICALES, AVENIDA MANU, SALVACION, MADRE DE DIOS 2022
 AUTOR : JOSE MARCELO CORRALES ALVAREZ

INFORMACION GENERAL						EXPERTO
UBICACIÓN:	AVENIDA MANU, SALVACION		COORDENADAS			
DISTRITO:	MANU		ALTITUD:	550 m.s.n.m.		
PROVINCIA:	MANU		LATITUD:	12° 50' 10" Sur		
DEPARTAMENTO:	MADRE DE DIOS		LONGITUD:	71° 21' 31" Oeste.		
I. Contenido de ceniza de tallo de banano.						1
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
3%	% del peso del suelo	5%	% del peso del suelo	7%	% del peso del suelo	
II. Granulometría						1
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
Malla # 4		Malla # 20		Malla # 200		
III. Peso específico						0
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
peso específico de la ceniza	g/cm3	volumen de la ceniza seca	cm3			
IV. Plasticidad						1
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
Límite líquido	%	Límite plástico	%	Índice de plasticidad	%	
V. Compactación						1
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
Máxima densidad seca	gr/cm3	Contenido de humedad	%	Tipo de suelo		
VI. Capacidad de soporte						1
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
Expansion	%	Penetracion	Pulgadas	Modulo resiliente	Psi	
APELLIDOS Y NOMBRES: BERMEJO COLQUE NICOLAS WILBERTO						
PROFESIONAL: INGENIERO CIVIL						
REGISTRO CIP Nº: 241044						
EMAIL: nicobermejo2@hotmail.com						
TELEFONO: 900505139						

Promedio

0.83


 Nicolas Wilberto Bermejo Colque
 INGENIERO CIVIL
 CIP 241044

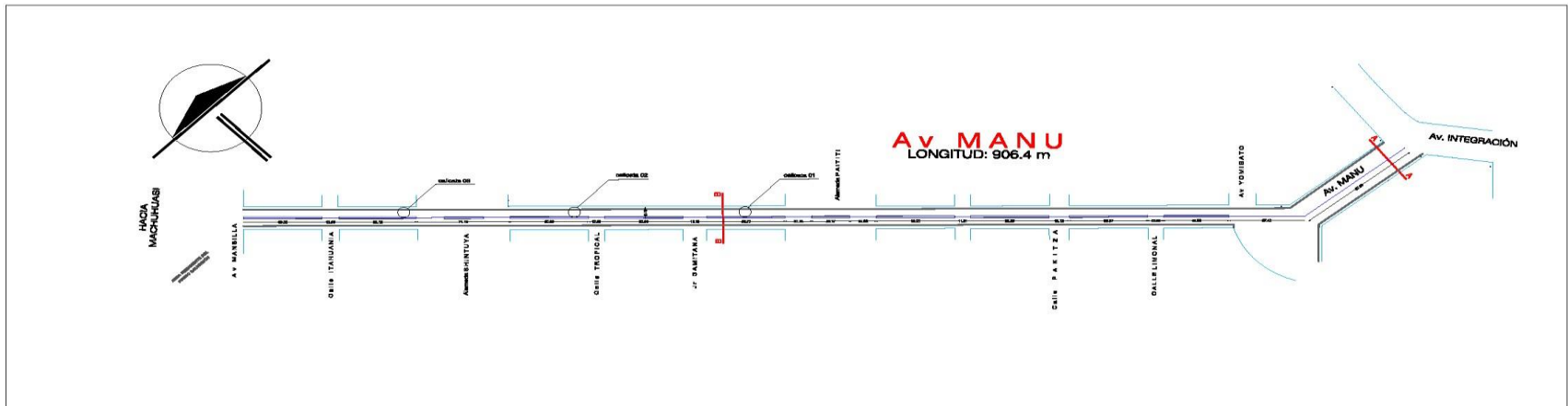
Anexo 4: Plano de la zona de estudio

4.1 plano de ubicación Google earth

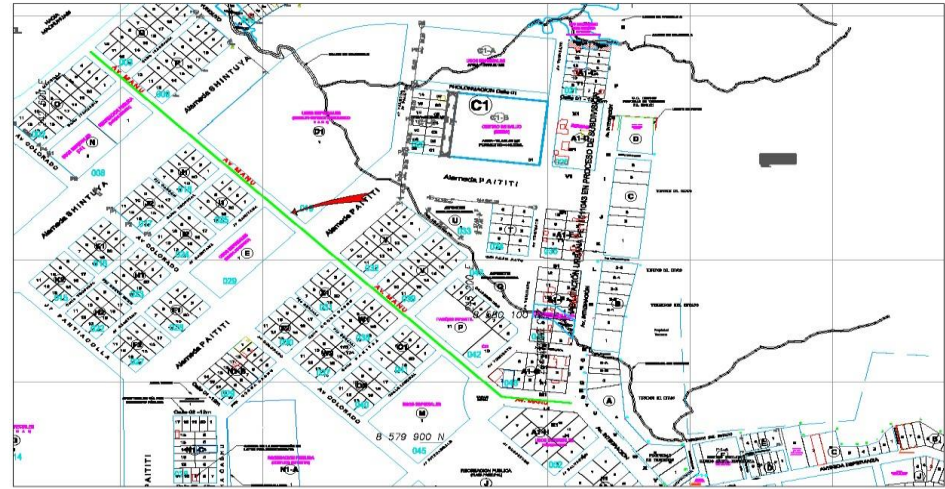


4.2 Plano de ubicación del platanal "el vallecito"

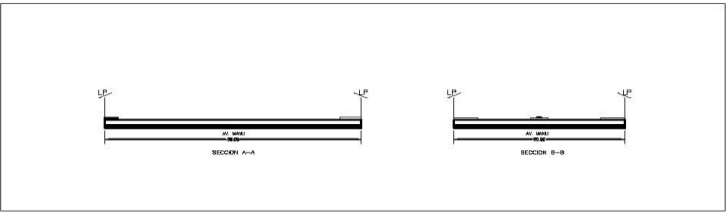




PLANO EN PLANTA E.S.D. N° 171500



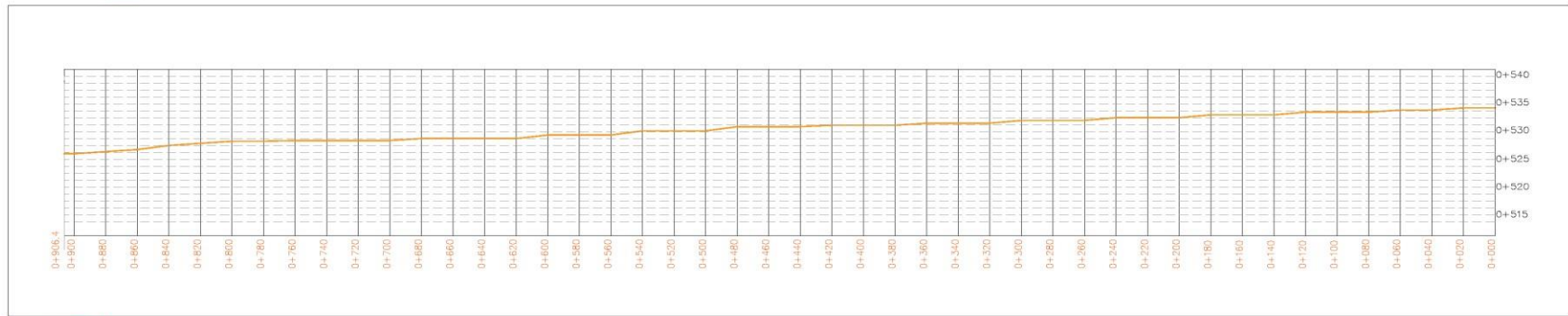
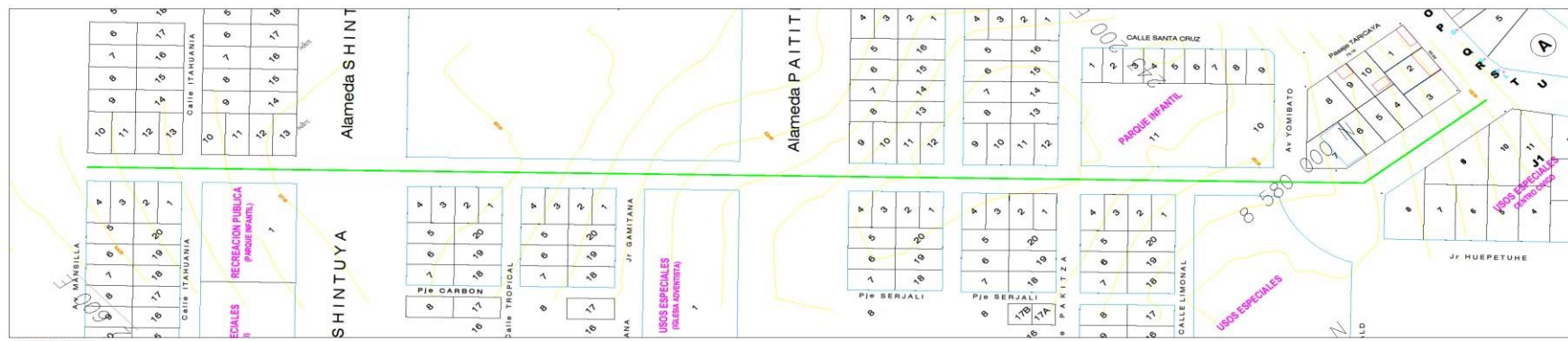
PLANO UBICACION E.S.D. N° 171500



PLANO DE DETALLE E.S.D. N° 171500

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: BANCOS DE DIOS	Tema: Estabilización de subrasantes blandas con cenizas de tallo de banano en zonas tropicales, Salvación, Madre de Dios, 2022.												
PROBLEMA: MANU													
SOLUCIÓN: AV. MANU	PLANO UBICACION Y DETALLES												
FECHA: EVALUACIÓN: ENERO 2022	<table border="1"> <tr> <td>LÍNEA:</td> <td>VARITA ALGODÓN</td> <td>ESCALA:</td> <td>1:500</td> <td>FECHA:</td> <td>NOVIEMBRE 2021</td> </tr> <tr> <td>DISEÑO:</td> <td>YOSHIMI</td> <td>REVISOR:</td> <td>JUAN PABLO</td> <td>PROYECTO:</td> <td>AV. MANU - 16L</td> </tr> </table>	LÍNEA:	VARITA ALGODÓN	ESCALA:	1:500	FECHA:	NOVIEMBRE 2021	DISEÑO:	YOSHIMI	REVISOR:	JUAN PABLO	PROYECTO:	AV. MANU - 16L
LÍNEA:	VARITA ALGODÓN	ESCALA:	1:500	FECHA:	NOVIEMBRE 2021								
DISEÑO:	YOSHIMI	REVISOR:	JUAN PABLO	PROYECTO:	AV. MANU - 16L								
	PU-01												



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ESTUDIO: MANEJO DEL TERRENO	Título: Estabilización de subrasantes blandas con canchales de balo de banana en zonas tropicales, Salavacion, Madre de Dios, 2022.			
PROYECTO: MANEJO AV. MANEJO	PLANO: PERFIL			
ROD: DEL INGENIERO INGENIERO 2022	LEON VIGIL ALARCON	DAVID FORN	JOSÉ INDIANAGA	LEONARDO
OTRO: WISSHA	ESTEBAN PEREZ LUNA	ANDRÉS BARRERA	RODOLFO ZOLA	02

Anexo 5: Panel fotográfico



Fotografía 1. Replanteo para la excavacion de calicatas



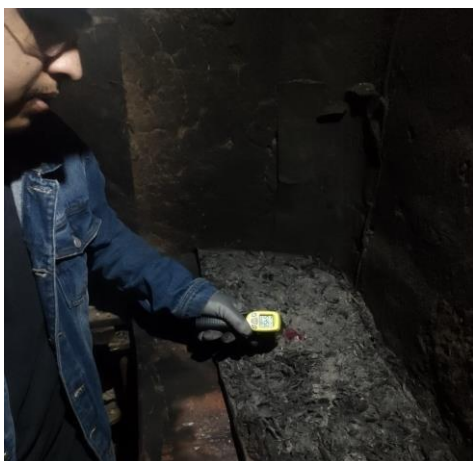
Fotografía 2. Excavacion de calicatas



Fotografía 3. Platanal el vallecito, Salvacion, Manu.



Fotografía 4. Secado de tallos de banano



Fotografía 5. Tempertarura de incineracion del tallo de banano (545°C).



Fotografía 6. Extraccion de cenizas



Fotografía 7. Mezcla de ceniza de tallo de banano con el suelo patron.



Fotografía 8. Ensayo de granuometria



Fotografía 9. Ensayo de proctor modificado



Fotografía 10. Ensayo de CBR

Anexo 6: Solicitud



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



10.01.2022

SOLICITO: Permiso Para Realizar Exploración De Suelos
Para Trabajo De Investigación.

Exp 053

Ing. NICOLAS WILBERTO, BERMEJO COLQUE

RESIDENTE DE OBRA "MANTENIMIENTO DE LAS CALLES DE LOS BARRIOS SAN ISIDRO,
ESPERANZA, VISTA ALEGRE, APROVINGE Y ALAMEDA DEL DISTRITO DE MANU, PROVINCIA DE
MANU – MADRE DE DIOS"

Municipalidad Provincial de Manu

Por la presente, Yo CORRALES ALVAREZ, JOSE MARCELO identificado con D.N.I. N°
73648541, con domicilio legal en Avp. Capac Moco B-7, distrito de San Sebastián, provincia y
departamento del Cusco, ante su despacho con el debido respeto me presento, y expongo.

Que, para la realización de mi tesis en la Universidad Cesar Vallejo – Campus Lima Norte,
es necesario realizar trabajos de campo en la avenida Manu, como son: Visualizaciones,
mediciones, cotejos, exploración de tres calicatas (EMS), toma de fotografías y el plano
topográfico, para asimismo continuar con el desarrollo de la TESIS titulada: "ESTABILIZACIÓN DE
SUBRASANTES BLANDAS CON CENIZAS DE TALLOS DE BANANO EN ZONAS TROPICALES, AVENIDA
MANU, SALVACIÓN, MADRE DE DIOS 2022", por tal motivo solicito a Ud. Permiso para realizar
dichos trabajos, comprometiéndome a entregar copia de mi tesis de estudio.

Por tanto: Ruego a usted, acceder a mi solicitud por ser de justicia que espero alcanzar.

En tal sentido remitir información a correo electrónico jcorrales112@ucvvirtual.edu.pe

POR LO EXPUESTO:

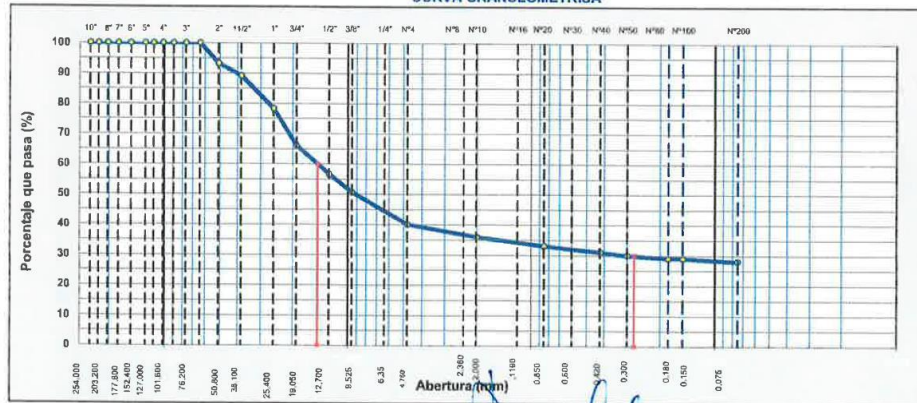
Ruego a usted acceder a mi solicitud
Cusco, 10 de enero de 2022.

Jose Marcelo Corrales Alvarez
DNI: 73648541
Código de alumno: 7002737839

Anexo 7 : Certificados de ensayos de laboratorio

S.C. Suelos & Cementaciones		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88						
PROYECTO TESTIS :		ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021				
BACH	: José Marcelo corrales Alvarez				TECN.RESPONS. :	EDGAR MAYHUA MEZA
ENSAYO	: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				ING. RESPONS. :	JIMMY AROTAYPE AVILES
CALICATA	: C-I				LUGAR:	CUSCO
PROFUNDIDAD	: 0.00-1.50m.				FECHA:	17/01/2022
PROPORCIÓN	: (PATRON)					
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PABA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
10"	254.000					
5"	228.600					
8"	203.200					
7"	177.800					
6"	152.400					
5"	127.000					
4 1/2"	114.300					
4"	101.600					
3 1/2"	88.900					
3"	76.200					
2 1/2"	63.500		0,0	0,0	100,0	
2"	50.800	414,0	6,8	6,8	93,2	
1 1/2"	38.100	244,0	4,0	10,8	89,2	
1"	25.400	662,0	10,9	21,7	78,3	
3/4"	19.050	745,0	12,2	33,9	66,1	
1/2"	12.700	573,0	9,4	43,3	56,7	
3/8"	9.525	368,0	6,0	49,3	50,7	
1/4"	6.350	431,0	7,1	56,4	43,6	
# 4	4.760	221,0	3,6	60,0	40,0	
# 8	2.360	389,0	6,0	63,0	37,0	
# 10	2.000	75,0	1,0	64,0	36,0	
# 20	0.850	331,0	5,0	67,0	33,0	
# 40	0.420	298,0	4,0	69,0	31,0	
# 50	0.300	163,0	2,0	70,0	30,0	
# 80	0.180	165,0	2,0	71,0	29,0	
# 100	0.150	64,0	0,9	71,0	29,0	
# 200	0.075	115,0	1,6	72,0	28,0	
<# 200	FONDO	3.654,0	28,0	100,0	0,0	
FRACCIÓN		5.265,0				
TOTAL		6.085,0				
Descripción suelo: Grava limosa						
PESO TOTAL = 6.085,0 gr						
PESO DE GRAVA = 3658,0 gr						
PESO FINO = 2427,0 gr						
PESO FINO = 5.265,0 gr						
LÍMITE LÍQUIDO = 19,55 %						
LÍMITE PLÁSTICO = N.P. %						
ÍNDICE PLÁSTICO =						
CLASF. AASHTO = A-2-4 (0)						
CLASF. SUCCS = GM						
MAX. DENS. SECA = (gr/cm ³)						
OPT. CONT. HUM. = %						
% Grava = 60,0 %						
% Arena = 12,0 %						
% Fino = 28,0 %						
% HUMEDAD = P.S.H. P.S.S. % Humedad						
244,0 216,0 13,0%						
Observaciones : Gravas limosas, mezcla grava-arena-limo						
Coef. Uniformidad = - Índice de Consistencia						
Coef. Curvatura = -						
Pot. de Expansión = Bajo						

CURVA GRANULOMÉTRICA



INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
Téc. Ing. Edgar Mayhua Meza
GERENTE GENERAL -

Jimmy Arotaype Aviles
INGENIERO CIVIL
CIP N° 122187



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021

BACH : José Marcelo corrales Alvarez
 ENSAYO : LÍMITES DE ATTERBERG
 CALICATA : C-1
 PROFUNDIDAD : 0.00-1.50m.
 PROPORCIÓN : (PATRON)

TECN.RESPONS. : EDGAR MAYHUA MEZA
 ING. RESPONS. : JIMMY AROTAYPE AVILES
 LUGAR: CUSCO
 FECHA : 17/01/2022

LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)

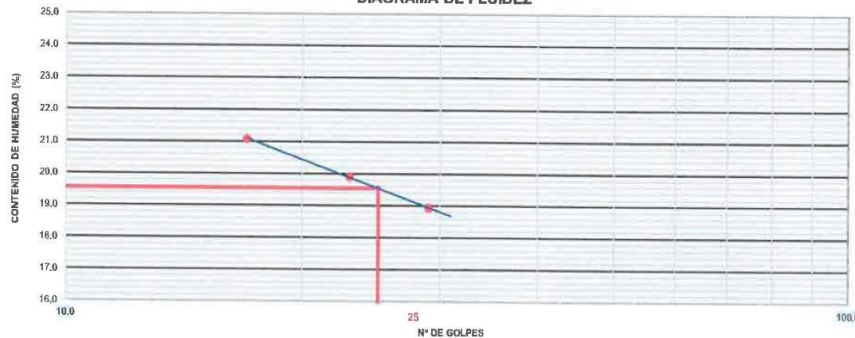
N° TARRO	15	1	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	52.37	60.84	61.50
TARRO + SUELO SECO	47.72	58.03	58.56
AGUA	4.65	2.81	2.94
PESO DEL TARRO	25.66	43.92	43.04
PESO DEL SUELO SECO	22.06	14.11	15.52
% DE HUMEDAD	21.08	19.91	18.94
N° DE GOLPES	17	23	29

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)

N° TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA			
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			

N.P.

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	19.6
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	

OBSERVACIONES

INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 Tsc. Ing. Edgar Mayhua Meza
 GERENTE GENERAL



Jimmy Arotaype Aviles
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 122187






HUMEDAD NATURAL (MTC E 108)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021	
PROYECTO TESIS :	
BACH : José Marcelo corrales Alvarez	TECN.RESPONS. : EDGAR MAYHUA MEZA
ENSAYO : HUMEDAD NATURAL	ING. RESPONS. : JIMMY AROTAYPE AVILES
CALICATA : C-1	LUGAR: CUSCO
PROFUNDIDAD : 0.00-1.50m.	FECHA : 17/01/2022
PROPORCIÓN : (PATRON)	
DATOS	

Nº de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	244.00		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	216.00		
Peso de Tara (gr.)			
Peso de Agua (gr.)	28.00		
Peso Mat. Seco (gr.)	216.00		
Humedad Natural (%)	12.96		
Promedio de Humedad (%)		13.0	

OBSERVACIONES:

 Tec. Ing. Edgar Mayhua Meza GERENTE GENERAL	 INGENIERO CIVIL CIP Nº 122187	
---	---	--

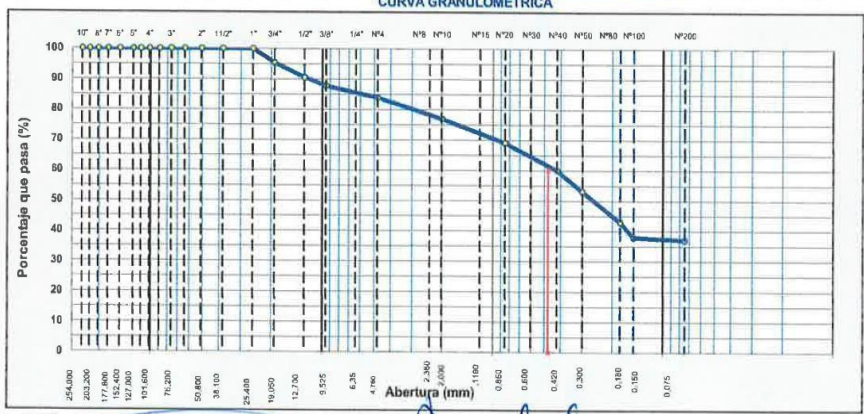


TAMIZ		ABERT. (mm.)	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	
10"		254.000					
8"		228.600					
6"		203.200					
5"		177.800					
4"		152.400					
3 1/2"		127.000					
3"		101.600					
2 1/2"		88.900					
2"		76.200					
1 1/2"		63.500					
1"		50.800					
3/4"		38.100	0.0	0.0	100.0		
1/2"		25.400	0.0	0.0	100.0		
3/8"		19.050	154.0	4.6	95.4		
1/4"		12.700	165.0	4.9	90.5		
# 4		9.525	94.0	2.8	12.3	87.7	
# 5		6.350	83.0				
# 6		4.760	45.0	1.3	16.1	83.9	
# 8		2.360	135.0				
# 10		2.000	32.0	1.0	23.0	77.0	
# 20		0.850	182.0	8.0	31.0	69.0	
# 40		0.420	203.0	9.0	40.0	60.0	
# 60		0.300	152.0	7.0	47.0	53.0	
# 80		0.180	226.0	10.0	57.0	43.0	
# 100		0.150	115.0	5.0	62.0	38.0	
# 200		0.075	34.0	1.0	63.0	37.0	
<# 200		FONDO	847.0	37.0	100.0	0.0	
FRACCIÓN			1,826.0				
TOTAL			3,351.0				

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
PESO TOTAL	= 3,351.0 gr
PESO DE GRAVA	= 541.0 gr
PESO DE ARENA	= 2,810.0 gr
PESO FINO	= 1,826.0 gr
LÍMITE LÍQUIDO	= 23.19 %
LÍMITE PLÁSTICO	= 19.53 %
ÍNDICE PLÁSTICO	= 3.66 %
CLASIF. AASHTO	= A-4 (1)
CLASIF. SUCCS	= SM
MAX. DENS. SECA	= (gr/cm3)
DPT. CONT. HUM.	= %
% Grava	= 16.1 %
% Arena	= 46.9 %
% Fino	= 37.0 %
% HUMEDAD	= P.S.H. P.S.S. % Humedad
	= 1701.0 1527.0 26.1%

Coef. Uniformidad	=	Índice de Consistencia
Coef. Curvatura	=	-0.8
Pot. de Expansión	=	Bajo Líquido

Descripción suelo: Arena limosa con grava



<p>INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L. Tec. Ing. Edgar Mayhua Meza GERENTE GENERAL</p>	<p>JIMMY AROTAY DE AVILES INGENIERO CIVIL CIP N° 122187</p>
---	---





LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021

BACH : José Marcelo corrales Alvarez
 ENSAYO : LÍMITES DE ATTERBERG
 CALICATA : C-2
 PROFUNDIDAD : 0.00-1.50m.
 PROPORCIÓN : (PATRON)

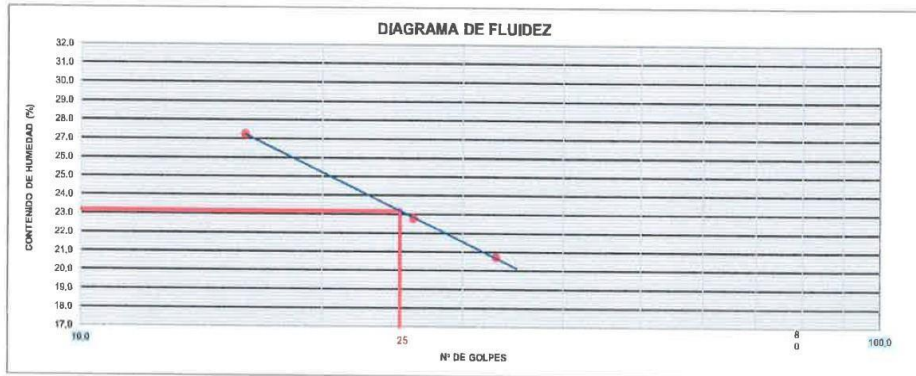
TECN.RESPONS. : EDGAR MAYHUA MEZA
 ING. RESPONS. : JIMMY AROTAYPE AVILES
 LUGAR: CUSCO
 FECHA : 17/01/2022

LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)

N° TARRO	7	11	13
TARRO + SUELO HÚMEDO	46.54	50.87	49.05
TARRO + SUELO SECO	41.41	45.77	41.97
AGUA	5.13	5.10	7.08
PESO DEL TARRO			15.98
PESO DEL SUELO SECO	24.76	22.39	25.99
% DE HUMEDAD	20.72	22.78	27.24
N° DE GOLPES	33	26	16

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)

N° TARRO	2	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	24.22	23.14
TARRO + SUELO SECO	22.67	22.02
AGUA	1.55	1.12
PESO DEL TARRO	14.67	16.33
PESO DEL SUELO SECO	8.00	5.69
% DE HUMEDAD	19.38	19.68



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	23.2
LÍMITE PLÁSTICO	19.5
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	3.66

OBSERVACIONES





HUMEDAD NATURAL (MTC E 108)

PROYECTO TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021



BACH : José Marcelo corrales Alvarez
ENSAYO : HUMEDAD NATURAL
CALICATA : C-2
PROFUNDIDAD : 0.00-1.50m.
PROPORCIÓN : (PATRON)

TECN.RESPONS. : EDGAR MAYHUA MEZA
ING. RESPONS. : JIMMY AROTAYPE AVILES
LUGAR: CUSCO
FECHA : 17/01/2022

DATOS

N° de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	1701.00		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	1527.00		
Peso de Tara (gr.)	861.00		
Peso de Agua (gr.)	174.00		
Peso Mat. Seco (gr.)	666.00		
Humedad Natural (%)	26.13		
Promedio de Humedad (%)			26.1

OBSERVACIONES:

 Ing. Edgar Mayhua Meza GERENTE GENERAL	 Jimmy Arotaype Aviles INGENIERO CIVIL CIP N° 122187	
---	---	--





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

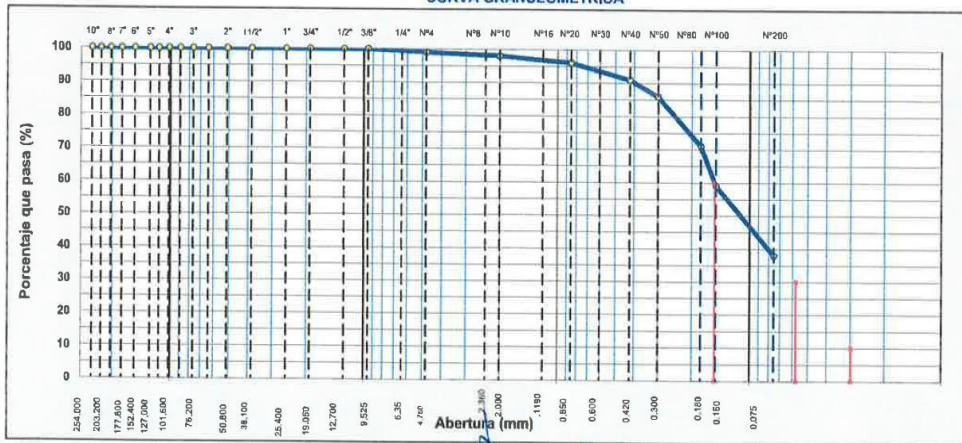
PROYECTO TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021

BACH : José Marcelo corrales Alvarez
 ENSAYO : ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 CALICATA : C-3
 PROFUNDIDAD : 0.00-1.50m.
 PROPORCIÓN : (PATRON)

TECN.RESPONS. : EDGAR MAYHUA MEZA
 ING. RESPON. : JIMMY AROTAYPE AVILES
 LUGAR: CUSCO
 FECHA: 17/01/2022

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q'PASA	
10"	254.000					
9"	228.600					
8"	203.200					
7"	177.800					
6"	152.400					
5"	127.000					
4 1/2"	114.300					
4"	101.600					
3 1/2"	88.900					
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100		0,0	0,0	100,0	
1"	25.400	0,0	0,0	0,0	100,0	
3/4"	19.050	0,0	0,0	0,0	100,0	
1/2"	12.700	0,0	0,0	0,0	100,0	
3/8"	9.525	0,0	0,0	0,0	100,0	
1/4"	6.350	0,0	0,0	0,0	100,0	
# 4	4.760	11,0	0,9	0,9	99,1	
# 8	2.360	14,0	1,1	1,1	98,9	
# 10	2.000	4,0	0,0	2,0	98,0	% Grava = 0,9 %
# 20	0.850	31,0	2,0	4,0	96,0	% Arena = 61,1 %
# 40	0.420	58,0	5,0	9,0	91,0	% Fino = 38,0 %
# 50	0.300	62,0	5,0	14,0	86,0	% HUMEDAD = P.S.H. P.S.S. % Humedad
# 80	0.180	193,0	15,0	29,0	71,0	1701,0 1352,0 25,6%
# 100	0.150	150,0	12,0	41,0	59,0	Observación : Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla
# 200	0.075	269,0	21,0	62,0	38,0	
< # 200	FONDO	487,0	38,0	100,0	0,0	
FRACCIÓN		1.268,0				Coef. Uniformidad = - Índice de Consistencia
TOTAL		1.268,0				Coef. Curvatura = - 0,5
Descripción suelo:	Arena arcillosa					Pot. de Expansión = Bajo Muy Blando

CURVA GRANULOMÉTRICA



Jimmy Arotaype Aviles
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 122187



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021

BACH : José Marcelo corrales Álvarez
ENSAYO : LÍMITES DE ATTERBERG
CALICATA : C-3
PROFUNDIDAD : 0.00-1.50m.
PROPORCIÓN : (PATRON)

TECN.RESPONS. : EDGAR MAYHUA MEZA
 ING. RESPONS. : JIMMY AROTAYPE AVILES
 LUGAR: CUSCO
 FECHA : 17/01/2022

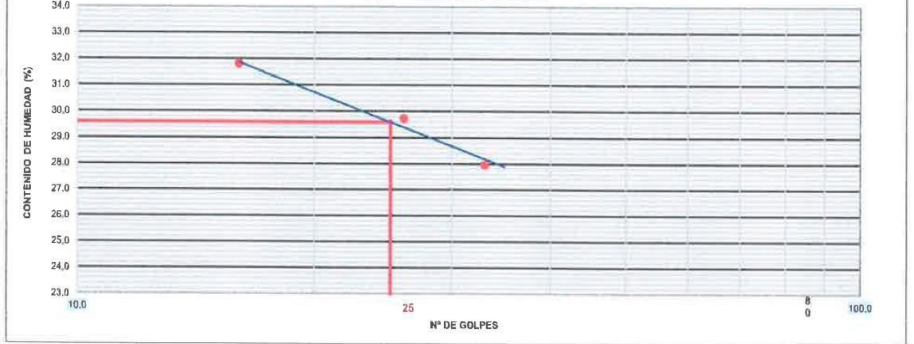
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)

N° TARRO	7	11	13
TARRO + SUELO HÚMEDO	46.54	50.87	49.05
TARRO + SUELO SECO	40.01	44.57	41.07
AGUA	6.53	6.30	7.98
PESO DEL TARRO	16.65	23.38	15.98
PESO DEL SUELO SECO	23.36	21.19	25.09
% DE HUMEDAD	27.95	29.73	31.81
N° DE GOLPES	33	25	16


LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)

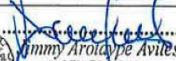
N° TARRO	2	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	28.72	37.18
TARRO + SUELO SECO	26.58	34.70
AGUA	2.14	2.48
PESO DEL TARRO	16.71	23.37
PESO DEL SUELO SECO	9.87	11.33
% DE HUMEDAD	21.68	21.89

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO	29.6	
LÍMITE PLÁSTICO	21.8	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.80	


 Tec. Ing. Edgar Mayhua Meza
 GERENTE GENERAL


 Jimmy Arotaype Aviles
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 122187





HUMEDAD NATURAL (MTC E 108)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021

BACH : José Marcelo corrales Alvarez
ENSAYO : HUMEDAD NATURAL
CALICATA : C-3
PROFUNDIDAD : 0.00-1.50m.
PROPORCIÓN : (PATRON)

TECN.RESPONS. : EDGAR MAYHUA MEZA
ING. RESPONS. : JIMMY AROTAYPE AVILES
LUGAR: CUSCO
FECHA : 17/01/2022

DATOS

N° de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	1701.00		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	1527.00		
Peso de Tara (gr.)	861.00		
Peso de Agua (gr.)	174.00		
Peso Mat. Seco (gr.)	666.00		
Humedad Natural (%)	26.13		
Promedio de Humedad (%)			26.1

OBSERVACIONES:

INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
Tec. Ing. Edgar Mayhua Meza
 GERENTE GENERAL

Jimmy Arotaype Aviles
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 122187





ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115)

PROYECTO TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021

BACH : José Marcelo corrales Alvarez
ENSAYO : PROCTOR MODIFICADO
CALICATA : C-1
PROFUNDIDAD : 0.00-1.50m.
PROPORCIÓN : (PATRON)

TECN. RESPNS. : EDGAR MAYHUA MEZA
ING. RESPNS. : JIMMY AROTAYPE AVILES
LUGAR: CUSCO
FECHA: 21/01/2022

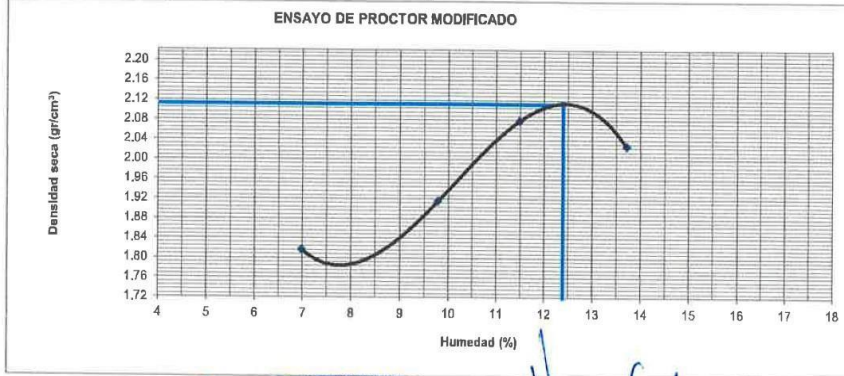
Compactación

Prueba N°	1	2	3	4
Número de capas	5	5	5	5
Número de golpes	56	56	56	56
Peso suelo + molde (gr.)	10510	10848	11303	11279
Peso molde (gr.)	6379	6379	6379	6379
Peso suelo compactado (gr.)	4131	4469	4924	4900
Volumen del molde (cm ³)	2123	2123	2123	2123
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.946	2.105	2.319	2.308

Humedad (%)

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	334.00	362.00	674.00	782.00
Tara + suelo seco (gr.)	319.00	339.00	627.00	714.00
Peso de agua (gr.)	15.00	23.00	47.00	68.00
Peso de tara (gr.)	104.00	104.00	218.00	218.00
Peso de suelo seco (gr.)	215.00	235.00	409.00	496.00
Humedad (%)	7.0	9.8	11.5	13.7
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.819	1.917	2.080	2.030

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.114
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 12.4



INGENIERIA Y CONSTRUCCION ELRL
 Tec. Ing. Edgar Mayhua Meza
 GERENTE GENERAL -



Jimmy Arotaype Aviles
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 122187



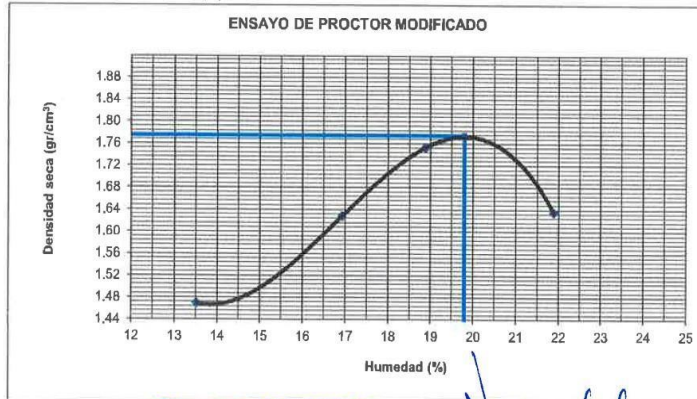
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115)

PROYECTO TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021
BACH : José Marcelo corrales Alvarez
ENSAYO : PROCTOR MODIFICADO
CALICATA : C-2
PROFUNDIDAD : 0.00-1.50m.
PROPORCIÓN : (PATRON)
Compactación
 TECN. RESPONS. : EDGAR MAYHUA MEZA
 ING. RESPONS. : JIMMY AROTAYPE AVILES
 LUGAR: CUSCO
 FECHA: 21/01/2022

Prueba N°	1	2	3	4
Número de capas	5	5	5	5
Número de golpes	56	56	56	56
Peso suelo + molde (gr.)	10290	10793	11177	10986
Peso molde (gr.)	6723	6723	6723	6723
Peso suelo compactado (gr.)	3567	4070	4454	4263
Volumen del molde (cm ³)	2133	2133	2133	2133
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.672	1.908	2.088	1.999

Humedad (%)				
Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	392.00	368.00	640.00	619.00
Tara + suelo seco (gr.)	362.00	335.00	573.00	547.00
Peso de agua (gr.)	30.00	33.00	67.00	72.00
Peso de tara (gr.)	140.00	140.00	218.00	218.00
Peso de suelo seco (gr.)	222.00	195.00	355.00	329.00
Humedad (%)	13.5	16.9	18.9	21.9
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.473	1.632	1.757	1.640

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.779
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 19.8



INGENIERIA Y CONSTRUCCION ETI S.A.
 Tec. Ing. Edgar Mayhua Meza
 GERENTE GENERAL

Jimmy Arotaype Aviles
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 122187



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115)

PROYECTO TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021

BACH : José Marcelo corrales Alvarez

ENSAYO : PROCTOR MODIFICADO

CALICATA : C-3

PROFUNDIDAD : 0.00-1.50m.

PROPORCIÓN : (PATRON)

TECN.RESPONS. : EDGAR MAYHUA MEZA

ING. RESPONS. : JIMMY AROTAYPE AVILES

LUGAR: CUSCO

FECHA : 21/01/2022

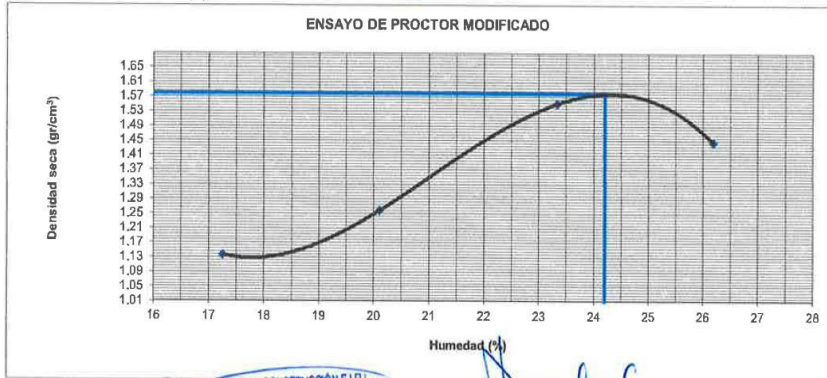
Prueba N°	1	2	3	4
Número de capas	5	5	5	5
Número de golpes	56	56	56	56
Peso suelo + molde (gr.)	9228	9608	10464	10276
Peso molde (gr.)	6380	6380	6380	6380
Peso suelo compactado (gr.)	2848	3228	4084	3896
Volúmen del molde (cm ³)	2133	2133	2133	2133
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.335	1.513	1.915	1.827

Humedad (%)

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	403.00	337.00	289.00	369.00
Tara + suelo seco (gr.)	359.00	298.00	254.00	314.00
Peso de agua (gr.)	44.00	39.00	35.00	55.00
Peso de tara (gr.)	104.00	104.00	104.00	104.00
Peso de suelo seco (gr.)	255.00	194.00	150.00	210.00
Humedad (%)	17.3	20.1	23.3	26.2
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.139	1.260	1.552	1.447

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.5802

Óptimo Contenido de Humedad (%) : 24.20



INGENIERIA Y CONSTRUCCION ELRL

Tec. Ing. Edgar Mayhua Meza
GERENTE GENERAL



Jimmy Arotaype Aviles
INGENIERO CIVIL
CIP N° 122187



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS CBR
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO TESIS ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN MADRE DE DIOS - 2021

BACH José Marcelo Corrales Alvarez

ENSAYO ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS CBR

CALICATA C-I

PROFUNDIDAD 0.00-1.50m.

TECN.RESPONS.: EDGAR MAYHUA MEZA
ING. RESPONS.: JIMMY AROTAYPE AVILES
LUGAR: CUSCO
FECHA: 21/01/2022

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

DATOS DEL MOLDE [cm.]		MOLDE Nº 01	MOLDE Nº 02	MOLDE Nº 03	DATOS GENERALES								
		56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES									
Altura		11.72	11.75	11.70	Max. Densidad Seca [Kg/	2.114							
Diámetro		15.25	15.26	15.24	Humedad Óptima	12.40%							
Volumen		2140.7	2149.0	2134.3	Humedad Natural	.*							
C DATOS DE COMPACTACION		56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES									
O Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)		13,204	12,444	11,840	Peso del martillo	10 lbs							
M Peso del Molde (gr)		8461	8201	8107	Altura del martillo	18 pulg							
P Peso de la Muestra Compacta (gr)		4,743	4,243	3,733	Número de Capas	5 capas							
A Densidad Humeda (gr/cm3)		2.22	1.97	1.75	Número de golpes	56 capa							
C Densidad Seca (gr/cm3)		1.97	1.76	1.56									
H Peso del Tarro (gr)	104.00	104.00	104.00	104.00	Clasificación								
U Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	514.00	522.00	401.00	522.00	457.00	522.00							
M Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	468.00	476.00	368.00	476.00	419.00	476.00							
E Peso del Agua (gr)	46.00	46.00	33.00	46.00	38.00	46.00							
D Peso del Suelo Seco (gr)	364.00	372.00	264.00	372.00	315.00	372.00							
A Contenido de Humedad	12.64%	12.37%	12.50%	12.37%	12.06%	12.37%							
D Contenido de Humedad Promedio	12.50%		12.43%		12.21%								
A Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	13,232		12,471		11,867								
B Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	13,204		12,444		11,840								
S Porcentaje de Absorción	0.59%		0.64%		0.72%								
E CTE. DIAL EXPANSION		0.001			MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 03		
X	FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	
P	27/01/2022	14:35	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	
A	28/01/2022	14:35	24 horas	6	0.006	0.13%	7	0.007	0.15%	9	0.009	0.20%	
N	29/01/2022	14:35	48 horas	7	0.007	0.15%	8	0.008	0.17%	10	0.010	0.22%	
S	30/01/2022	14:35	72 horas	8	0.008	0.17%	9	0.009	0.20%	11	0.011	0.24%	
I	31/01/2022	14:35	96 horas	8	0.008	0.17%	9	0.009	0.20%	11	0.011	0.24%	
P		MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 03					
		56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES					
E	TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.	
N		(mm)	(pulg)		Lb	PSI		Lb	PSI		Lb	PSI	
E	0.5 min	0.64	0.025	22	209	70	19	180	60	14	133	44	
T	1.0 min	1.27	0.050	29	276	92	22	209	70	17	161	54	
R	1.5 min	1.91	0.075	38	351	124	27	257	86	23	207	68	
A	2.0 min	2.54	0.100	47	427	152	33	298	105	28	248	86	
C	4.0 min	5.08	0.200	73	659	235	53	476	170	47	417	146	
I	6.0 min	7.62	0.300	97	870	307	70	623	221	61	537	188	
O	8.0 min	10.16	0.400	121	1089	385	89	783	276	76	670	233	
N	10.0 min	12.70	0.500	145	1297	460	108	953	338	86	754	267	



Ing. Edgar Mayhua Meza
GERENTE GENERAL



Jimmy Arotaype Aviles
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 122187

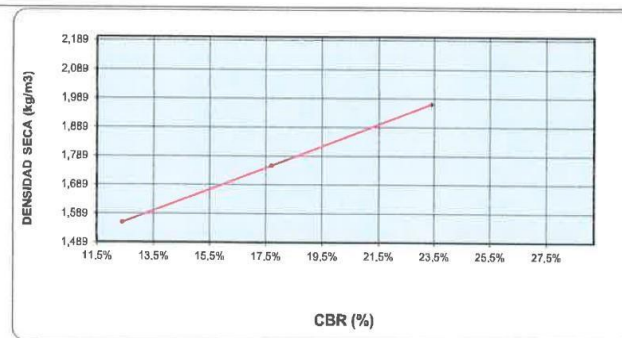
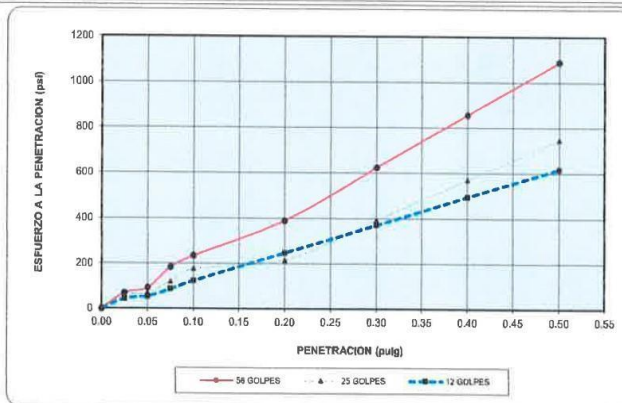


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

GRAFICOS ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS CBR
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO TESIS ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021
BACH José Marcelo Corrales Alvarez
ENSAYO ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS CBR
CALICATA C-1
PROFUNDIDAD 0.00-1.50m.
FECHA viernes, 21 de Enero de 2022



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA (kg/m³)	2.114	CBR AL 95% DE MDS =	16.9%
HUMEDAD OPTIMA (%)	12.40%	CBR AL 100% DE MDS =	23.4%

Nº GOLPES	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.	VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION: CBR (0.1") / CBR (0.2") =
56 GOLPES	0.17%	0.59%	0.90
25 GOLPES	0.20%	0.64%	
12 GOLPES	0.24%	0.72%	



INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
Tec. Ing. Edgar Mayhua Meza
 GERENTE GENERAL



Edgar Mayhua Meza
Edgar Mayhua Meza
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 122187

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS										
ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS CBR										
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132										
DATOS DE LA MUESTRA										
ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021										
PROYECTO TESIS										
BACH : José Marcelo corrales Alvarez										
ENSAYO : ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS CBR										
CALICATA : C-2										
PROFUNDIDAD : 0.00-1.50m.										
TECN. RESPONS. : EDGAR MAYHUA MEZA										
ING. RESPONS. : JIMMY AROTAYPE AVILES										
LUGAR: CUSCO										
FECHA : 21/01/2022										
ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000										
DATOS DEL MOLDE (cm.)		MOLDE N° 01	MOLDE N° 02	MOLDE N° 03	DATOS GENERALES					
		56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES						
Altura		11.75	11.73	11.70	Max. Densidad Seca (Kg/		1.79			
Diámetro		15.25	15.25	15.25	Humedad Óptima		17.40%			
Volumen		2146.2	2142.5	2137.1	Humedad Natural		*-			
DATOS DE COMPACTACION		56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES						
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)		12,896	12,385	12,156	Peso del martillo		10 lbs			
Peso del Molde (gr)		8459	8201	8107	Altura del martillo		18 pulg			
Peso de la Muestra Compacta (gr)		4,437	4,184	4,049	Número de Capas		5 capas			
Densidad Humeda (gr/cm3)		2.07	1.95	1.89	Número de golpes		56 capa			
Densidad Seca (gr/cm3)		1.79	1.68	1.61						
Peso del Tarro (gr)	104.00	104.00	104.00	104.00	104.00	104.00	Clasificación			
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	349.00	420.00	282.00	420.00	267.00	420.00	Suelo			
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	316.00	377.00	256.00	377.00	240.00	377.00				
Peso del Agua (gr)	33.00	43.00	26.00	43.00	27.00	43.00	SUCS CL-ML			
Peso del Suelo Seco (gr)	212.00	273.00	152.00	273.00	136.00	273.00	AASTH: A-4(6)			
Contenido de Humedad	15.57%	15.75%	17.11%	15.75%	19.85%	15.75%				
Contenido de Humedad Promedio	15.66%		16.43%		17.80%					
Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	12,920		12,412		12,188					
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	12,896		12,385		12,156					
Porcentaje de Absorción	0.54%		0.65%		0.79%					
CTE. DIAL EXPANSION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
FECHA	TIEMPO TRAN	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
18/09/2021	## 00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
19/09/2021	## 24 horas	9	0.009	0.19%	10	0.010	0.22%	11	0.011	0.24%
20/09/2021	## 48 horas	11	0.011	0.24%	11	0.011	0.24%	12	0.012	0.26%
21/09/2021	## 72 horas	10	0.010	0.22%	12	0.012	0.26%	13	0.013	0.28%
22/09/2021	## 96 horas	11	0.011	0.24%	12	0.012	0.26%	13	0.013	0.28%
		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
TIEMPO	PENETRACION	Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.
			Lb	PSI		Lb	PSI		Lb	PSI
0.5 min	## 0.025	17	161	54	14	133	44	12	114	38
1.0 min	## 0.050	22	209	70	18	171	57	16	152	51
1.5 min	## 0.075	36	342	114	25	238	79	19	180	60
2.0 min	## 0.100	47	447	149	32	304	101	23	219	73
4.0 min	## 0.200	94	893	298	64	608	203	46	437	146
6.0 min	## 0.300	141	1339	446	96	912	304	69	656	219
8.0 min	## 0.400	188	1785	595	128	1216	405	92	874	291
10.0 min	## 0.500	235	2229	743	160	1519	506	115	1093	364



INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.S.
 Tec. Ing. Edgar Mayhua Meza
 GERENTE GENERAL

INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.S.
 Jimmy Arotaype Aviles
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 122187



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

GRAFICOS ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS CBR
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021

TESIS

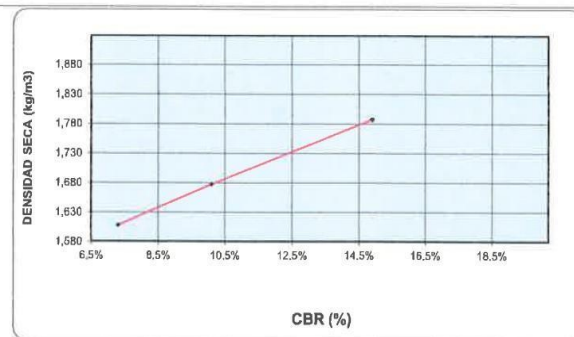
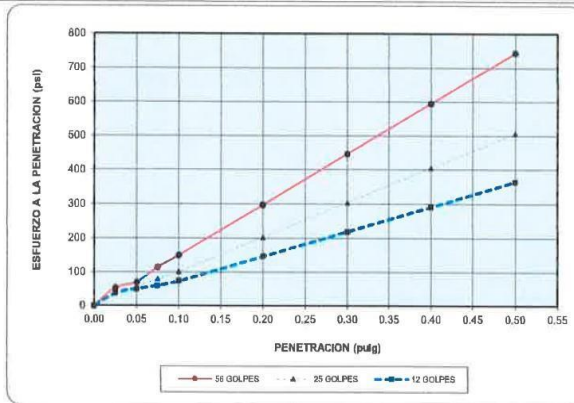
BACH : José Marcelo corrales Alvarez

ENSAYO ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS CBR

CALICATA C-2

PROFUNDIDAD 0.00-1.50m.

FECHA viernes, 21 de Enero de 2022



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3)	1.789	CBR AL 95% DE MDS =	10.2%
HUMEDAD OPTIMA (%)	17.40%	CBR AL 100% DE MDS	14.9%


Nº GOLFES	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.	VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION: CBR (0.1") / CBR (0.:
56 GOLFES	0.24%	0.54%	0.75
25 GOLFES	0.26%	0.65%	
12 GOLFES	0.28%	0.79%	



INGENIERIA Y CONSTRUCCION EIRL
Tec. Ing. Edgar Mayhua Meza
GERENTE GENERAL



Jimmy Ardaype Aviles
INGENIERO CIVIL
CIP N° 122187



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS CBR
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021
BACH : José Marcelo corrales Alvarez
ENSAYO : ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS CBR
CALICATA : C-3
PROFUNDIDAD : 0.00-1.50m.

TECN.RESPONS. : EDGAR MAYHUA MEZA
ING. RESPONS. : JIMMY AROTAYPE AVILES
LUGAR : CUSCO
FECHA : 21/01/2022

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000


DATOS DEL MOLDE (cm.)	MOLDE Nº 01	MOLDE Nº 02	MOLDE Nº 03	DATOS GENERALES	
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES		
Altura	11.75	11.73	11.70	Max. Densidad Seca (Kg/m ³)	1.58
Diámetro	15.25	15.25	15.25	Humedad Óptima	24.20%
Volumen	2146.2	2142.5	2137.1	Humedad Natural	-.*

C	DATOS DE COMPACTACION	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES	
O	Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	10,849	10,717	10,370	Peso del martillo 10 lbs
M	Peso del Molde (gr)	7187	7598	7520	Altura del martillo 18 pulg
P	Peso de la Muestra Compacta (gr)	3,662	3,119	2,850	Número de Capas 5 capas
A	Densidad Humeda (gr/cm3)	1.71	1.46	1.33	Número de golpes 56 capa
C	Densidad Seca (gr/cm3)	1.44	1.21	1.10	


H	U	M	E	D	A	D	A	B	S
Peso del Tarro (gr)	104.00	104.00	104.00	104.00	104.00	104.00			
Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	234.00	374.00	410.00	374.00	294.00	374.00			Clasificación Suelo
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	214.00	331.00	357.00	331.00	264.00	324.00			
Peso del Agua (gr)	20.00	43.00	53.00	43.00	30.00	50.00			SUCS SC
Peso del Suelo Seco (gr)	110.00	227.00	253.00	227.00	160.00	220.00			AASTHO : A-4(1)
Contenido de Humedad	18.18%	18.94%	20.95%	18.94%	18.75%	22.73%			
Contenido de Humedad Promedio	18.56%		19.95%		20.74%				
Peso M+M C. después de Inmersión (gr)	11,052		11,705		11,489				
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	10,849		10,717		10,370				
Porcentaje de Absorción	27.39%		31.68%		39.26%				

F	CTE. DIAL EXPANSION 0.001			MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 03		
X	FECHA	HORA	TIEMPO TRANS	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
P	26/01/2022	18.15	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
A	27/01/2022	18.15	24 horas	10	0.010	0.22%	15	0.015	0.32%	17	0.017	0.37%
N	28/01/2022	18.15	48 horas	20	0.020	0.43%	25	0.025	0.54%	27	0.027	0.59%
S	29/01/2022	18.15	72 horas	30	0.030	0.65%	35	0.035	0.76%	37	0.037	0.80%
I	30/01/2022	18.15	96 horas	30	0.030	0.65%	35	0.035	0.76%	37	0.037	0.80%

P	MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 03					
E	PENETRACION			56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
N	TIEMPO	Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.		
N		(mm)	(pulg)	Lb	PSI	Lb	PSI	Lb	PSI	PSI		
E	0.5 min	0.64	0.025	3	28	9	2	19	6	1	3	
T	1.0 min	1.27	0.050	9	85	28	6	57	19	4	13	
R	1.5 min	1.91	0.075	16	152	51	12	114	38	7	22	
A	2.0 min	2.54	0.100	18	171	57	12	114	38	9	28	
C	4.0 min	5.08	0.200	36	342	114	24	228	76	18	57	
J	6.0 min	7.62	0.300	54	513	171	36	342	114	27	86	
O	8.0 min	10.16	0.400	72	684	228	48	456	152	36	114	
N	10.0 min	12.70	0.500	90	855	285	60	570	190	45	143	



INGENIERIA Y CONSTRUCCION S&C
Tec. Ing. Edgar Mayhua Meza
GERENTE GENERAL



Jimmy Arotaype Aviles
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 122187

88

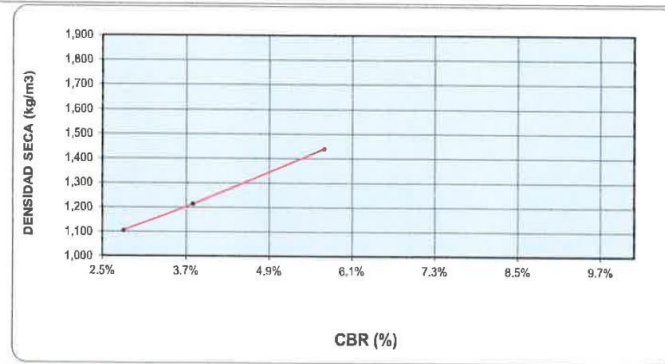
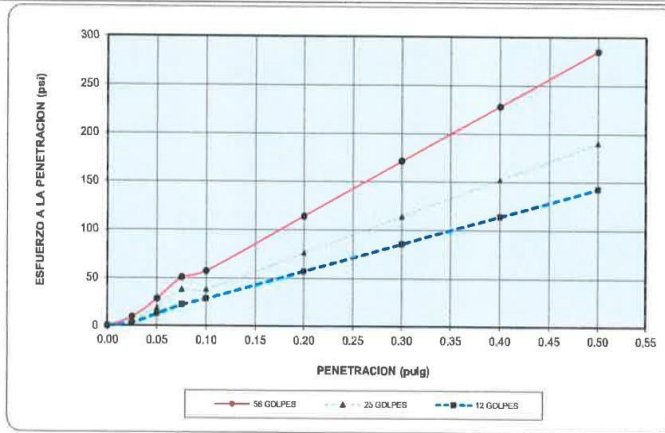


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

GRAFICOS ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS CBR
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO TESIS ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021
BACH : José Marcelo currales Álvarez
ENSAYO : ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS CBR
CALICATA : C-3
PROFUNDIDAD : 0.00-1.50m.
FECHA : viernes, 21 de Enero de 2022



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3)	1.580	CBR AL 95% DE MDS =	3.9%
HUMEDAD OPTIMA (%)	24.20%	CBR AL 100% DE MDS =	5.7%

Nº GOLPES	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.	VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION: CBR (0.1") / CBR (0.2") = 0.75
56 GOLPES	0.65%	27.39%	
25 GOLPES	0.76%	31.68%	
12 GOLPES	0.80%	39.26%	



INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
 Tec. Ing. Edgar Mayhua Meza
 GERENTE GENERAL



Jimmy Arotape Aviles
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 122187



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS : AESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021

BACH : José Marcelo corrales Alvarez

UBICACIÓN : Dist. Salvación -Madre de dios

PROPORCIÓN : (3% de cenizas de tallo banana)

CALICATA : C-3

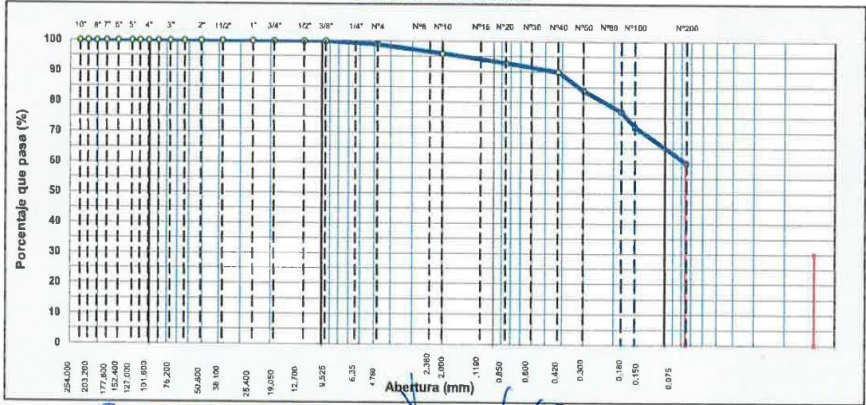
TECN.RESPONS. : EDGAR MAYHUA MEZA
 ING. RESPONS. : JIMMY AROTAYPE AVILES
 LUGAR: CUSCO
 FECHA : 9/02/2022

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	
10"	254.000					
9"	228.600					
8"	203.200					
7"	177.800					
6"	152.400					
5"	127.000					
4 1/2"	114.300					
4"	101.600					
3 1/2"	88.900					
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.525	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.350					
# 4	4.760	3.0	1.1	1.1	98.9	
# 6	2.360	0.0				
# 10	2.000	22.1	3.0	4.1	95.9	
# 20	0.850	23.0	3.0	7.1	92.9	
# 40	0.420	22.1	3.0	10.1	89.9	
# 60	0.300	49.8	6.0	16.1	83.9	
# 80	0.180	54.4	7.0	23.1	76.9	
# 100	0.150	36.8	5.0	28.1	71.9	
# 200	0.075	89.6	12.0	40.1	59.9	
< # 200	FONDO	466.9	60.0	100.1	-0.1	
FRACCIÓN TOTAL		764.7				
TOTAL		279.0				

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PESO TOTAL	=	279.0	gr
	PESO DE GRAVA	=	3.0	gr
	PESO DE ARENA	=	276.0	gr
	PESO FINO	=	764.7	gr
	LÍMITE LÍQUIDO	=	24.39	%
	LÍMITE PLÁSTICO	=	18.51	%
	ÍNDICE PLÁSTICO	=	5.88	%
	CLASIF. AASHTO	=	A-4	(5)
	CLASIF. SUCCS	=	CL - ML	
	MAX DENS. SECA	=		(gr/cm ³)
	OPT. CONT. HUM.	=		%
	% Grava	=	1.1	%
	% Arena	=	39.0	%
	% Fino	=	59.9	%
	% HUMEDAD	=		%
	P.S.H.	=	5569.0	
	P.S.S.	=	4567.0	
	% Humedad	=	21.9	%

DESCRIPCIÓN SUELO:	Arcilla limo arenoso de baja plasticidad	Coef. Uniformidad	=	-	Índice de Consistencia
		Coef. Curvatura	=	-	0.4
		Pot. de Expansión	=	Bajo	Muy Blando

CURVA GRANULOMÉTRICA



INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Res. Ing. Edgar Mayhua Meza
GERENTE GENERAL

Ing. Jimmy Arotaype Aviles
INGENIERO CIVIL
CIP N° 122187



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

TESIS : AESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV, MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021

BACH : José Marcelo corrales Alvarez

UBICACIÓN : Dist. Salvacion -Madre de dios

PROPORCIÓN : (3% de cenizas de tallo banano)

CALICATA : C-3

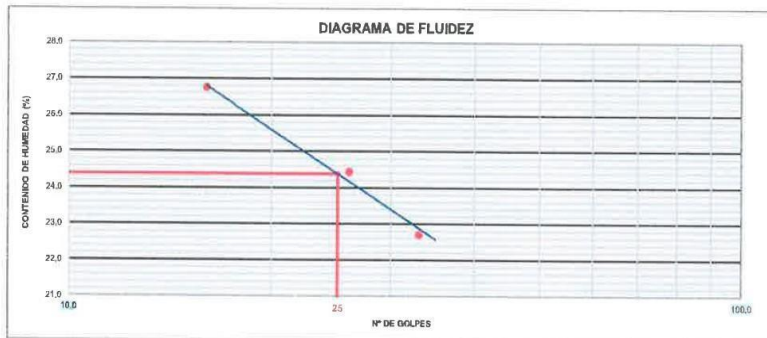
TECN. RESPON. : EDGAR MAYHUA MEZA
 ING. RESPON. : JIMMY AROTAYPE AVILES
 LUGAR: CUSCO
 FECHA: 9/02/2022

LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)

N° TARRO	7	11	13
TARRO + SUELO HÚMEDO	46.54	30.87	49.05
TARRO + SUELO SECO	41.01	45.47	42.07
AGUA	5.53	5.40	6.98
PESO DEL TARRO	15.65	23.38	15.98
PESO DEL SUELO SECO	24.36	22.09	26.09
% DE HUMEDAD	22.70	24.45	26.75
N° DE GOLPES	33	26	10

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)

N° TARRO	2	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	24.22	23.04
TARRO + SUELO SECO	22.76	21.97
AGUA	1.46	1.07
PESO DEL TARRO	14.67	16.33
PESO DEL SUELO SECO	6.09	5.64
% DE HUMEDAD	18.05	18.97



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	24.4
LÍMITE PLÁSTICO	18.5
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	5.9

OBSERVACIONES

S&C INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
 Tec. Ing. Edgar Mayhua Meza
 GERENTE GENERAL

J. C. Arotaype Aviles
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 122187





HUMEDAD NATURAL (MTC E 108)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : AESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021

BACH : José Marcelo corrales Alvarez

UBICACIÓN : Dist. Salvacion-Madre de dios

PROPORCIÓN : (3% de cenizas de tallo banana)

CALICATA : C-3

TECN.RESPONS. : EDGAR MAYHUA MEZA

ING RESPONS. : JIMMY AROTAYPE AVILES

LUGAR: CUSCO

FECHA: 9/02/2022

DATOS

N° de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	6569.00		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	4567.00		
Peso de Tara (gr.)			
Peso de Agua (gr.)	1002.00		
Peso Mat. Seco (gr.)	4567.00		
Humedad Natural (%)	21.94		
Promedio de Humedad (%)		21.9	

OBSERVACIONES:

<p>Tec. Ing. Edgar Mayhua Meza GERENTE GENERAL</p>	<p>Jimmy Arotaype Aviles INGENIERO CIVIL CIP N° 122187</p>	
---	---	--





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS : AESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021

BACH : José Marcelo corrales Alvarez

UBICACIÓN : Dist. Salvacion -Madre de dios

PROPORCIÓN : (5% de cenizas de tallo banano)

CALICATA : C-3

TECN.RESPONS. : EDGAR MAYHUA MEZA

ING. RESPONS. : JIMMY ARGOTAYPE AVILES

LUGAR: CUSCO

FECHA: 9/02/2022

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	
10"	254.000					DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
8"	228.600					
6"	203.200					
5"	177.800					
4"	152.400					
3 1/2"	127.000					
3"	101.600					
2 1/2"	76.200					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400	0,0	0,0	0,0	100,0	
3/4"	19.050	0,0	0,0	0,0	100,0	
1/2"	12.700	0,0	0,0	0,0	100,0	
3/8"	9.525	0,0	0,0	0,0	100,0	
1/4"	6.350	0,0	0,0	0,0	100,0	
# 4	4.760	0,0	0,0	0,0	100,0	
# 8	2.360					
# 10	2,000	2,0	1,0	1,0	99,0	
# 20	0,850	3,0	1,0	2,0	98,0	
# 40	0,420	7,0	3,0	5,0	95,0	
# 50	0,300	9,0	3,0	8,0	92,0	
# 80	0,180	22,0	8,0	16,0	84,0	
# 100	0,150	13,0	5,0	21,0	79,0	
# 200	0,075	56,0	21,0	42,0	58,0	
< # 200	FONDO	153,0	58,0	100,0	0,0	
FRACCIÓN		265,0				
TOTAL		265,0				

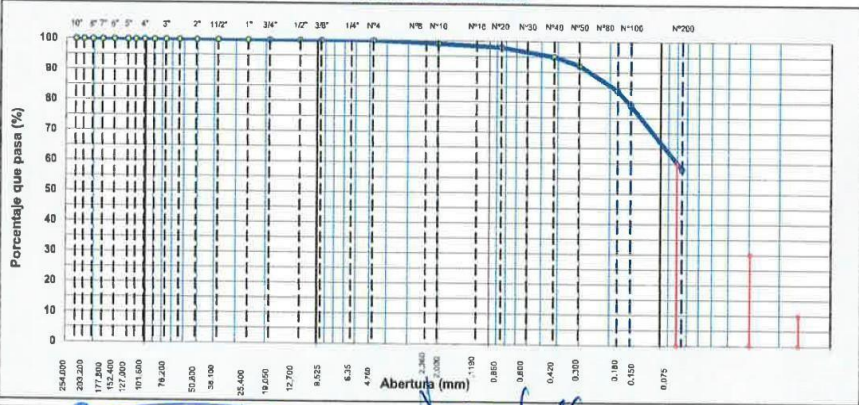
PESO TOTAL	=	265,0	gr	
PESO DE GRAVA	=	0,0	gr	
PESO DE ARENA	=	265,0	gr	
PESO FINO	=	265,0	gr	
LÍMITE LÍQUIDO	=	24,62	%	
LÍMITE PLÁSTICO	=	18,94	%	
ÍNDICE PLÁSTICO	=	5,68	%	
CLASIF. SUCCS	=	A-4	(S)	
CLASIF. AASHTO	=	CL - ML	(S)	
MAX. DENS. SECA	=		(gr/cm ³)	
DPT. CONT. HUM.	=		%	
% Grava	=	0,0	%	
% Arena	=	42,0	%	
% Fino	=	58,0	%	
% HUMEDAD	=			
		P.S.H.	P.S.S.	% Humedad
		4569,0	3667,0	24,6%

Observaciones : Limos inorganicos y arenas muy finas, polvo de roca arenas finas de plasticidad baja a media

Coef. Uniformidad	=	-	Índice de Consistencia
Coef. Curvatura	=	-	0,0
Pot. de Expansión	=	Bajo	Muy Blando

Descripción suelo: Arcilla limo arenoso de baja plasticidad

CURVA GRANULOMÉTRICA



INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
 Tec. Ing. Edgar Mayhua Meza
 GERENTE GENERAL

INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
 Jimmy Arroyave Aviles
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 122187





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-98

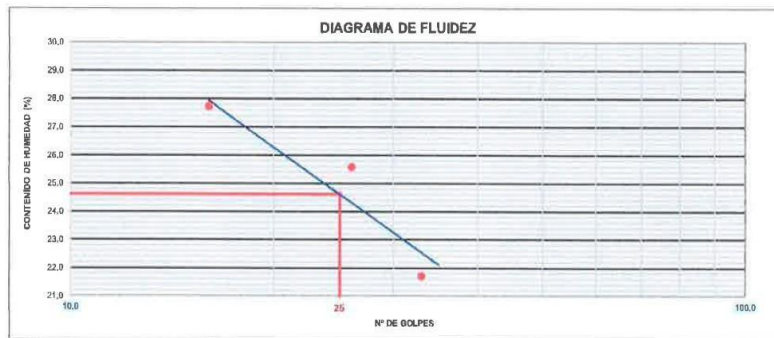
TESIS : AESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021
BACH : José Marcelo corrales Alvarez
UBICACIÓN : Dist. Salvacion -Madre de dios
PROPORCIÓN : (5% de cenizas de tallo banano)
CALIGATA : C-3
TECN.RESPONS. : EDGAR MAYHUA MEZA
ING. RESPONS. : JIMMY AROTAYPE AVILES
LUGAR: CUSCO
FECHA: 9/02/2022

LÍMITE LÍQUIDO (MALLA Nº 40)

Nº TARRO	7	11	13
TARRO + SUELO HÚMEDO	46.54	50.87	49.05
TARRO + SUELO SECO	41.21	45.27	41.87
AGUA	5.33	5.60	7.18
PESO DEL TARRO	16.65	23.96	19.98
PESO DEL SUELO SECO	24.56	21.89	25.89
% DE HUMEDAD	21.70	25.58	27.73
Nº DE GOLPES	33	25	16

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA Nº 40)


Nº TARRO	2	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	24.22	23.04
TARRO + SUELO SECO	22.73	21.95
AGUA	1.49	1.08
PESO DEL TARRO	14.67	16.33
PESO DEL SUELO SECO	8.06	5.62
% DE HUMEDAD	18.48	19.40



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	24.6
LÍMITE PLÁSTICO	18.9
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	5.7

OBSERVACIONES


Ing. Edgar Mayhua Meza
 GERENTE GENERAL


Jimmy Arotaype Aviles
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 122187





HUMEDAD NATURAL (MTC E 108)
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : AESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021

BACH : José Marcelo corrales Álvarez

UBICACIÓN : Dist. Salvacion -Madre de dios TECN. RESPONS. : EDGAR MAYHUA MEZA

PROPORCIÓN : (5% de cenizas de tallo banana) ING. RESPONS. : JIMMY AROTAYPE AVILES


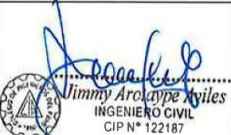
CALICATA : C-3 LUGAR: CUSCO

FECHA: 9/02/2022

DATOS

Nº de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	4568.00		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	3667.00		
Peso de Tara (gr.)			
Peso de Agua (gr.)	902.00		
Peso Mat. Seco (gr.)	3667.00		
Humedad Natural (%)	24.60		
Promedio de Humedad (%)			24.6

OBSERVACIONES:

 Tec. Ing. Edgar Mayhua Meza GERENTE GENERAL	 Jimmy Arotaype Aviles INGENIERO CIVIL CIP N° 122187	
---	--	--





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS : AESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV, MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021

BACH José Marcelo corrales Alvarez

UBICACIÓN Disl. Salvacion -Madre de dios

PROPORCIÓN : (7% de cenizas de tallo banano)

GALICATA : C-3

TECN.RESPONS. : EDGAR MAYHUA MEZA

ING. RESPONS. : JIMMY AROTAPE AVILES

LUGAR: CUSCO

FECHA : 9/02/2022

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	
10"	254.000					
9"	228.600					
8"	203.200					
7"	177.800					
6"	152.400					
5"	127.000					
4 1/2"	114.300					
4"	101.600					
3 1/2"	88.900					
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.525	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.350					
# 4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0	
# 8	2.360	0.0	0.0	0.0	100.0	
# 10	2.000	6.0	1.0	1.0	99.0	
# 20	0.850	8.0	2.0	3.0	97.0	
# 40	0.420	15.0	3.0	6.0	94.0	
# 50	0.300	16.0	4.0	10.0	90.0	
# 80	0.180	37.0	9.0	19.0	81.0	
# 100	0.150	36.0	8.0	27.0	73.0	
# 200	0.075	66.0	15.0	42.0	58.0	
<# 200	FONDO	249.0	58.0	100.0	0.0	
FRACCIÓN		433.0				
TOTAL		433.0				

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
PESO TOTAL	= 433.0 gr
PESO DE GRAVA	= 0.0 gr
PESO DE ARENA	= 433.0 gr
PESO FINO	= 433.0 gr
LÍMITE LÍQUIDO	= 23.80 %
LÍMITE PLÁSTICO	= 18.10 %
ÍNDICE PLÁSTICO	= 5.61 %
CLASF. AASHTO	= A-4 (5)
CLASF. SUCCS	= CL - ML
MAX. DENS. SECA	= (gr/cm3)
OPT. CONT. HUM.	= %

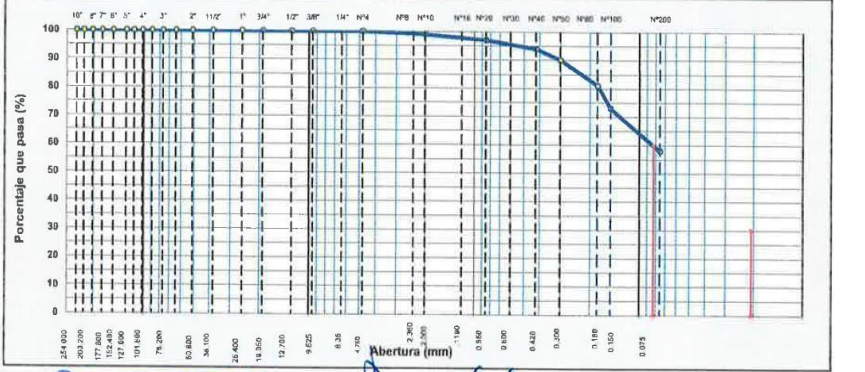
% Grava	= 0.0 %
% Arena	= 42.0 %
% Fino	= 58.0 %
% HUMEDAD	
P.S.H.	2238.0
P.S.S	1827.0
% Humedad	22.4%

Observaciones : Limos inorgánicos y arena muy fina, polvo de roca arenas finas de plasticidad baja a media

Coef. Uniformidad	=	Índice de Consistencia
Coef. Curvature	=	0.3
Pot. de Expansión	Bajo	Muy Blando

Descripción suelo: Arcilla limo arenoso de baja plasticidad

CURVA GRANULOMÉTRICA



INGENIERÍA CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 Tec. Ing. Edgar Mayhua Meza
 GERENTE GENERAL

INGENIERO CIVIL
 CIP N° 122187





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

TESIS : AESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021

BACH : José Marcelo corrales Alvarez

UBICACIÓN : Dist. Salvación -Madre de dios

PROPORCIÓN : (7% de cenizas de tallo banana)

CALIGATA : C-3

TECN.RESPONS. : EDGAR MAYHUA MEZA

ING. RESPONS. : JIMMY AROTAYPE AVILES

LUGAR: CUSCO

FECHA : 9/02/2022

LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)

	7	41	13
N° TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO	46.54	50.87	49.05
TARRO + SUELO SECO	41.23	45.61	41.99
AGUA	5.31	5.26	7.06
PESO DEL TARRO	16.55	23.38	15.98
PESO DEL SUELO SECO	24.58	22.23	26.01
% DE HUMEDAD	21.60	23.66	27.14
N° DE GOLPES	33	26	16

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)

	2	10
N° TARRO		
TARRO + SUELO HÚMEDO	24.22	23.04
TARRO + SUELO SECO	22.79	21.98
AGUA	1.43	1.06
PESO DEL TARRO	14.67	16.33
PESO DEL SUELO SECO	8.12	5.65
% DE HUMEDAD	17.61	18.76



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	23.8
LÍMITE PLÁSTICO	18.2
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	5.61

OBSERVACIONES

INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 Tce. Ing. Edgar Mayhua Meza
 GERENTE GENERAL

INGENIERO CIVIL
 CIP N° 122187





HUMEDAD NATURAL (MTC E 108)

 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : AESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021
BACH : José Marcelo corrales Alvarez
UBICACIÓN : Dist. Salvación -Madre de dios
PROPORCIÓN : (7% de cenizas de tallo banano)
CALICATA : C-3

TECN.RESPONS. : EDGAR MAYHUA MEZA
 ING. RESPONS. : JIMMY AROTAYPE AVILES
 LUGAR: CUSCO
 FECHA : 9/02/2022

DATOS

Nº de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	2236.00		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	1827.00		
Peso de Tara (gr.)			
Peso de Agua (gr.)	409.00		
Peso Mat. Seco (gr.)	1827.00		
Humedad Natural (%)	22.39		
Promedio de Humedad (%)		22.4	

OBSERVACIONES:

 INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L. <i>Tec. Ing. Edgar Mayhua Meza</i> GERENTE GENERAL	 <i>Jimmy Arotaype Aviles</i> INGENIERO CIVIL CIP N° 122187	
---	--	--





ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115)

TESIS AESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021

BACH : José Marcelo corrales Alvarez
UBICACIÓN : Dist. Salvacion -Madre de dios
PROPORCIÓN : (3 % de cenizas de tallo banano)
CALICATA : C-3
FECHA : 10/02/2022

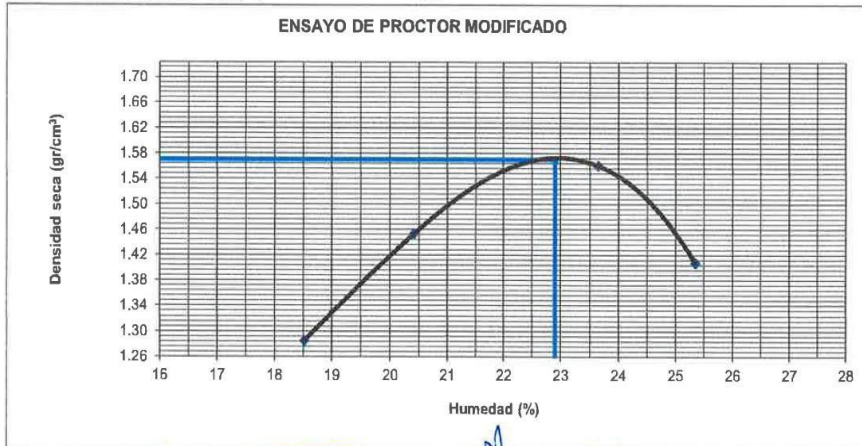
Compactación

Prueba N°	1	2	3	4
Número de capas	5	5	5	5
Número de golpes	56	56	56	56
Peso suelo + molde (gr.)	9609	10090	10472	10120
Peso molde (gr.)	6379	6379	6379	6379
Peso suelo compactado (gr.)	3230	3711	4093	3741
Volúmen del molde (cm ³)	2123	2123	2123	2123
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.521	1.748	1.928	1.762

Humedad (%)

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	456.00	347.00	355.00	376.00
Tara + suelo seco (gr.)	401.00	305.80	307.00	321.00
Peso de agua (gr.)	55.00	41.20	48.00	55.00
Peso de tara (gr.)	104.00	104.00	104.00	104.00
Peso de suelo seco (gr.)	297.00	201.80	203.00	217.00
Humedad (%)	18.5	20.4	23.6	25.3
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.284	1.452	1.559	1.406

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.569
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 22.9





ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115)

TESIS AESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021

BACH : José Marcelo corrales Alvarez
UBICACIÓN : Dist. Salvacion -Madre de dios
PROPORCIÓN : (5 % de cenizas de tallo banano)
CALICATA : C-3
FECHA : 10/02/2022

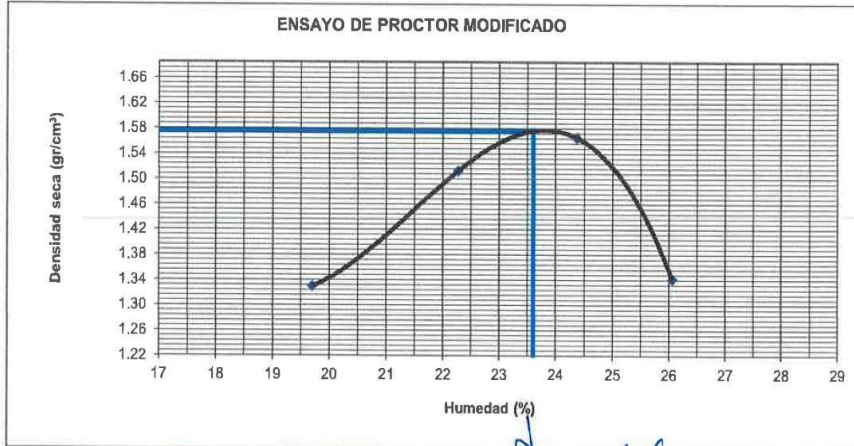
Compactación

Prueba N°	1	2	3	4
Número de capas	5	5	5	5
Número de golpes	56	56	56	56
Peso suelo + molde (gr.)	10098	10644	10852	10309
Peso molde (gr.)	6723	6723	6723	6723
Peso suelo compactado (gr.)	3375	3921	4129	3586
Volúmen del molde (cm ³)	2123	2123	2123	2123
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.590	1.847	1.945	1.689

Humedad (%)

Tara N°				
Tara + suelo húmedo (gr.)	347.00	395.00	395.00	520.00
Tara + suelo seco (gr.)	307.00	342.00	338.00	434.00
Peso de agua (gr.)	40.00	53.00	57.00	86.00
Peso de tara (gr.)	104.00	104.00	104.00	104.00
Peso de suelo seco (gr.)	203.00	238.00	234.00	330.00
Humedad (%)	19.7	22.3	24.4	26.1
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.328	1.511	1.564	1.340

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.574
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 23.60



INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
 Ing. Edgar Mayhua Meza
 GERENTE GENERAL



Jimmy Arotaype Aviles
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 122107



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115)

TESIS AESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021

BACH : José Marcelo corrales Alvarez

UBICACIÓN : Dist. Salvacion -Madre de dios

PROPORCIÓN : (7 % de cenizas de tallo banano)

CALICATA : C-3

FECHA : 10/02/2022

Compactación

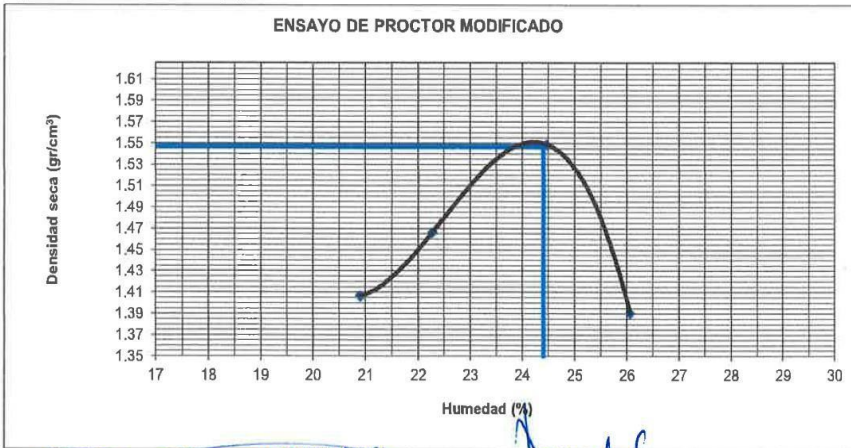
Prueba N°	1	2	3	4
Número de capas	5	5	5	5
Número de golpes	56	56	56	56
Peso suelo + molde (gr.)	10328	10524	10811	10439
Peso molde (gr.)	6723	6723	6723	6723
Peso suelo compactado (gr.)	3605	3801	4088	3716
Volúmen del molde (cm ³)	2123	2123	2123	2123
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.698	1.790	1.926	1.750

Humedad (%)

Tara N°				
Tara + suelo húmedo (gr.)	347.00	395.00	395.00	520.00
Tara + suelo seco (gr.)	305.00	342.00	337.80	434.00
Peso de agua (gr.)	42.00	53.00	57.20	86.00
Peso de tara (gr.)	104.00	104.00	104.00	104.00
Peso de suelo seco (gr.)	201.00	238.00	233.80	330.00
Humedad (%)	20.9	22.3	24.5	26.1
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.405	1.464	1.547	1.389

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.545

Optimo Contenido de Humedad (%) : 24.4



INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.R.L.
 Tec. Ing. Edgar Mayhata Mezo
 GERENTE GENERAL



Josely Ardaypa Aviles
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 122187



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS CBR
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS AESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021

BACH : José Marcelo corrales Alvarez

UBICACIÓN : Dist. Salvacion -Madre de dios

PROPORCIÓN : (3% de cenizas de tallo banana)

CALICATA : C-3

FECHA : 10/02/2022

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

DATOS DEL MOLDE (cm.)		MOLDE N° 01	MOLDE N° 02	MOLDE N° 03	DATOS GENERALES								
		56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES	Max. Densidad Seca	1.91							
Altura		11.72	11.75	11.73	Humedad Óptima	11.30%							
Diámetro		15.25	15.25	15.2	Humedad Natural	*-							
Volumen		2140.7	2146.2	2128.5									
C DATOS DE COMPACTACION		56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES									
O	Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	13,076	12,232	11,786	Peso del martillo	10 lbs							
M	Peso del Molde (gr)	8459	8201	8107	Altura del martillo	18 pulg							
P	Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,617	4,031	3,679	Número de Capas	5 capas							
A	Densidad Humeda (gr/cm3)	2.16	1.88	1.73	Número de golpes	56 capa							
C	Densidad Seca (gr/cm3)	1.90	1.64	1.47									
H	Peso del Tarro (gr)	104.00	104.00	104.00	104.00	104.00	104.00						
U	Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	265.00	305.00	240.00	305.00	252.00	305.00						
M	Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	241.00	288.00	217.00	288.00	221.00	288.00						
E	Peso del Agua (gr)	24.00	17.00	23.00	17.00	31.00	17.00						
D	Peso del Suelo Seco (gr)	137.00	184.00	113.00	184.00	117.00	184.00						
A	Contenido de Humedad	17.52%	9.24%	20.35%	9.24%	26.50%	9.24%						
D	Contenido de Humedad Promedio	13.38%		14.80%		17.87%							
A	Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	13,263		12,567		12,229							
B	Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	13,076		12,232		11,786							
S	Porcentaje de Absorción	4.05%		8.31%		12.04%							
E	CTE. DIAL EXPANSION	0.001			MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
X	FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	
P	10/02/2022	17.45	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	
A	11/02/2022	17.45	24 horas	33	0.033	0.72%	44	0.044	0.95%	62	0.062	1.34%	
N	12/02/2022	17.45	48 horas	42	0.042	0.91%	48	0.048	1.04%	72	0.072	1.56%	
S	13/02/2022	17.45	72 horas	52	0.052	1.13%	54	0.054	1.17%	82	0.082	1.78%	
I	14/02/2022	17.45	96 horas	60	0.060	1.30%	70	0.070	1.52%	88	0.088	1.91%	
					MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
P					56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
E	TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.	
N		(mm)	(pulg)		Lb	PSI		Lb	PSI		Lb	PSI	
E	0.5 min	0.64	0.025	7	66	22	4	38	13	2	19	6	
T	1.0 min	1.27	0.050	14	133	44	11	104	35	7	66	22	
R	1.5 min	1.91	0.075	18	171	57	16	152	51	10	95	32	
A	2.0 min	2.54	0.100	24	228	76	16	152	51	12	114	38	
C	4.0 min	5.08	0.200	48	456	152	32	304	101	24	228	76	
I	6.0 min	7.62	0.300	72	684	228	48	456	152	36	342	114	
O	8.0 min	10.16	0.400	96	912	304	64	608	203	48	456	152	
N	10.0 min	12.70	0.500	120	1140	380	80	760	253	60	570	190	



INGENIERIA Y CONSTRUCCION ELITE
Tec. Ing. Edgar Mayhua Meza
GERENTE GENERAL



Jimmy Arolayre Aviles
INGENIERO CIVIL
CIP N° 122187



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

GRAFICOS ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS CBR
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS AESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021

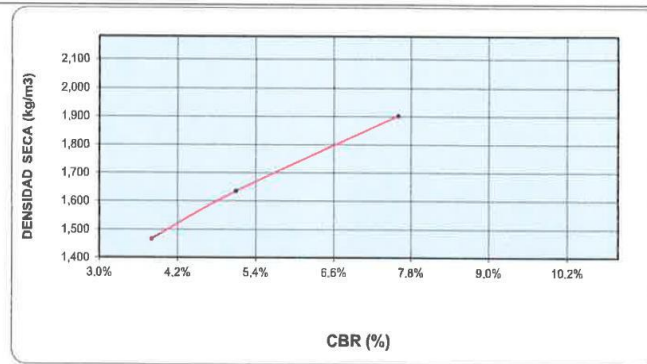
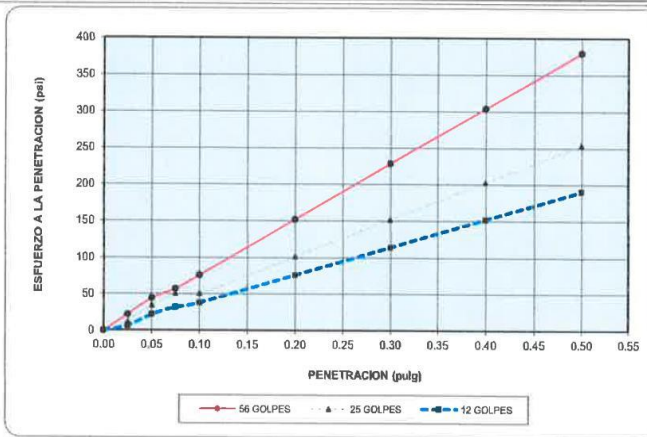
BACH : José Marcelo currales Alvarez

UBICACIÓN : Dist. Salvacion -Madre de dios

PROPORCIÓN : (3% de cenizas de tallo banano)

CALICATA : C-3

FECHA : 10/02/2022



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m	1.907	CBR AL 95% DE MDS =	5.2%
HUMEDAD OPTIMA (%)	11.30%	CBR AL 100% DE MDS =	7.6%

Nº GOLPES	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.	VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION: CBR (0.1") / CBR (0.2") =
56 GOLPES	1.30%	4.05%	0.75
25 GOLPES	1.52%	8.31%	
12 GOLPES	1.91%	12.04%	



INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
Tec. Ing. Edgar Mayhua Meza
GERENTE GENERAL

Jimmy Arotayx Aviles
INGENIERO CIVIL
CIP N° 122187



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS CBR
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS AESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS-2021

BACH : José Marcelo corrales Alvarez

UBICACIÓN : Dist. Salvacion -Madre de dios

PROPORCIÓN : (5% de cenizas de tallo banano)

CALICATA : C-3

FECHA : 10/02/2022

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

DATOS DEL MOLDE (cm.)		MOLDE N° 01	MOLDE N° 02	MOLDE N° 03	DATOS GENERALES							
		56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES								
Altura		11.75	11.73	11.70	Max. Densidad Seca (Kg	1.76						
Diámetro		15.25	15.25	15.25	Humedad Optima	11.50%						
Volumen		2146.2	2142.5	2137.1	Humedad Natural	~.						
C DATOS DE COMPACTACION		56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES								
O	Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	11,622	11,902	11,677	Peso del martillo	10 lbs						
M	Peso del Molde (gr)	7187	7598	7528	Altura del martillo	18 pulg						
P	Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,435	4,304	4,149	Número de Capas	5 capas						
A	Densidad Humeda (gr/cm3)	2.07	2.01	1.94	Número de golpes	56 capa						
C	Densidad Seca (gr/cm3)	1.79	1.73	1.65								
H	Peso del Tarro (gr)	104.00	104.00	104.00	104.00	104.00						
U	Peso del Tarro + Suelo Humedo (gr)	259.00	364.00	383.00	364.00	306.00						
M	Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	233.00	338.00	334.00	338.00	266.00						
E	Peso del Agua (gr)	26.00	26.00	49.00	26.00	40.00						
D	Peso del Suelo Seco (gr)	129.00	234.00	230.00	234.00	162.00						
A	Contenido de Humedad	20.16%	11.11%	21.30%	11.11%	24.69%						
D	Contenido de Humedad Promedio	15.63%		16.21%		17.90%						
A	Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	11,795	12,093			11,893						
B	Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	11,622	11,902			11,677						
S	Porcentaje de Absorción	3.90%	4.44%			5.21%						
E CTE. DIAL. EXPANSION		0.001		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
X	FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
P	10/02/2022	15.30	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
A	11/02/2022	15.30	24 horas	33	0.033	0.71%	46	0.046	0.99%	66	0.066	1.43%
N	12/02/2022	15.30	48 horas	52	0.052	1.12%	61	0.061	1.32%	76	0.076	1.64%
S	13/02/2022	15.30	72 horas	66	0.066	1.43%	74	0.074	1.60%	81	0.081	1.75%
I	14/02/2022	15.30	96 horas	67	0.067	1.45%	77	0.077	1.66%	82	0.082	1.77%
P				MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
E				56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
N	TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.
E		(mm)	(pulg)		Lb	PSI		Lb	PSI		Lb	PSI
E	0.5 min	0.64	0.025	6	57	19	4	38	13	2	19	6
T	1.0 min	1.27	0.050	12	114	38	8	76	25	6	57	19
R	1.5 min	1.91	0.075	18	171	57	12	114	38	9	85	28
A	2.0 min	2.54	0.100	26	247	82	20	190	63	14	133	44
C	4.0 min	5.08	0.200	52	494	165	40	380	127	28	266	89
I	6.0 min	7.62	0.300	78	741	247	60	570	190	42	399	133
O	8.0 min	10.16	0.400	104	988	329	80	760	253	56	532	177
N	10.0 min	12.70	0.500	130	1235	412	100	950	317	70	665	222



INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.R.L.
Tec. Ing. Edgar Magaña Meza
GERENTE GENERAL

INGENIERO CIVIL
CIP N° 122187



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

GRAFICOS ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS CBR
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS : AESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021

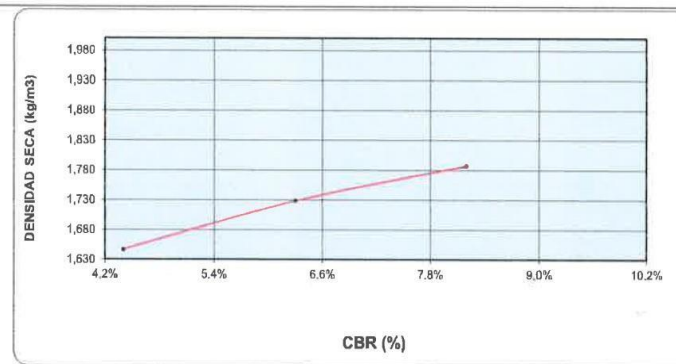
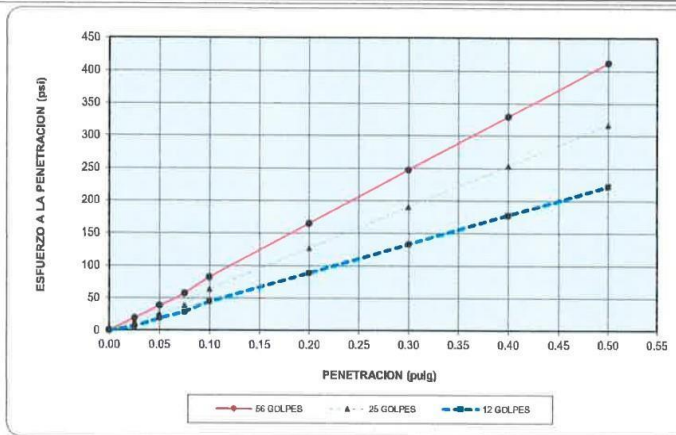
BACH : José Marcelo corrales Alvarez

UBICACIÓN : Dist. Salvacion -Madre de dios

PROPORCIÓN : (5% de cenizas de tallo banano)

CALICATA : C-3

FECHA : 10/02/2022



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m ³)	1.760	CBR AL 95% DE MDS =	6.0%
HUMEDAD OPTIMA (%)	11.50%	CBR AL 100% DE MDS =	8.2%

Nº GOLPES	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.	VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION: CBR (0.1") / CBR (0.2") = 0.75
56 GOLPES	1.45%	3.90%	
25 GOLPES	1.66%	4.44%	
12 GOLPES	1.77%	5.21%	



INGENIERIA Y CONSTRUCCION LTDA
Pec. Ing. Edgar Mayhua Msza
GERENTE GENERAL



Jimmy Arolaype Aviles
INGENIERO CIVIL
CIP N° 122187



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS CBR
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS AESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021

BACH : José Marcelo corrales Alvarez

UBICACIÓN : Dist. Salvacion -Madre de dios

PROPORCIÓN : (7 % de cenizas de tallo banano)

CALICATA : C-3

FECHA : 10/02/2022

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

DATOS DEL MOLDE (cm.)		MOLDE Nº 01	MOLDE Nº 02	MOLDE Nº 03	DATOS GENERALES	
		56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES		
Altura		11.75	11.73	11.70	Max. Densidad Seca (Kg	1.76
Diámetro		15.25	15.25	15.25	Humedad Optima	11.50%
Volumen		2146.2	2142.5	2137.1	Humedad Natural	*-
C DATOS DE COMPACTACION						
O Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)		11,622	11,902	11,677	Peso del martillo	10 lbs
M Peso del Molde (gr)		7187	7598	7528	Altura del martillo	18 pulg
P Peso de la Muestra Compacta (gr)		4,435	4,304	4,149	Número de Capas	5 capas
A Densidad Humeda (gr/cm3)		2.07	2.01	1.94	Número de golpes	56 capa
C Densidad Seca (gr/cm3)		1.79	1.73	1.65		
H Peso del Tarro (gr)	104.00	104.00	104.00	104.00	104.00	104.00
U Peso del Tarro + Suelo Húmedo (gr)	259.00	364.00	383.00	364.00	306.00	364.00
M Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	233.00	338.00	334.00	338.00	266.00	338.00
E Peso del Agua (gr)	26.00	26.00	49.00	26.00	40.00	26.00
D Peso del Suelo Seco (gr)	129.00	234.00	230.00	234.00	162.00	234.00
A Contenido de Humedad	20.16%	11.11%	21.30%	11.11%	24.69%	11.11%
D Contenido de Humedad Promedio	15.63%		16.21%		17.90%	
A Peso M+M C. despues de Inmersión (gr)	11,795		12,093		11,893	
B Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	11,622		11,902		11,677	
S Porcentaje de Absorción	3.90%		4.44%		5.21%	
E CTE. DIAL EXPANSION						
		0.001			0.001	
		MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02	
X	FECHA	HORA	TIEMPO TRANSC	Dial	Pulg.	% Exp.
P	10/02/2022	15.30	00 horas	0	0.000	0.00%
A	11/02/2022	15.30	24 horas	33	0.033	0.71%
N	12/02/2022	15.30	48 horas	52	0.052	1.12%
S	13/02/2022	15.30	72 horas	66	0.066	1.43%
I	14/02/2022	15.30	96 horas	67	0.067	1.45%
P PENETRACION						
		MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02	
		56 GOLPES			25 GOLPES	
		12 GOLPES				
E	TIEMPO	PENETRACION		Dial	Carga	Esfuer.
N		(mm)	(pulg)	Lb	PSI	
E	0.5 min	0.64	0.025	9	85	28
T	1.0 min	1.27	0.050	21	199	66
R	1.5 min	1.91	0.075	29	276	92
A	2.0 min	2.54	0.100	34	323	108
C	4.0 min	5.08	0.200	68	646	215
I	6.0 min	7.62	0.300	102	969	323
O	8.0 min	10.16	0.400	136	1292	431
N	10.0 min	12.70	0.500	170	1614	538



INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
Téc. Ing. Edgar Mayhua Mezo
GERENTE GENERAL



Jimmy Arolayke Aviles
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 122187

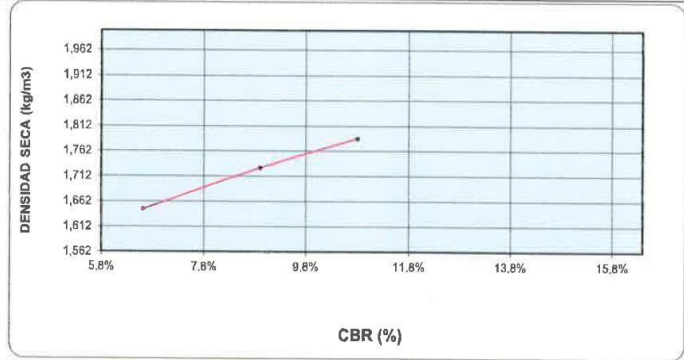
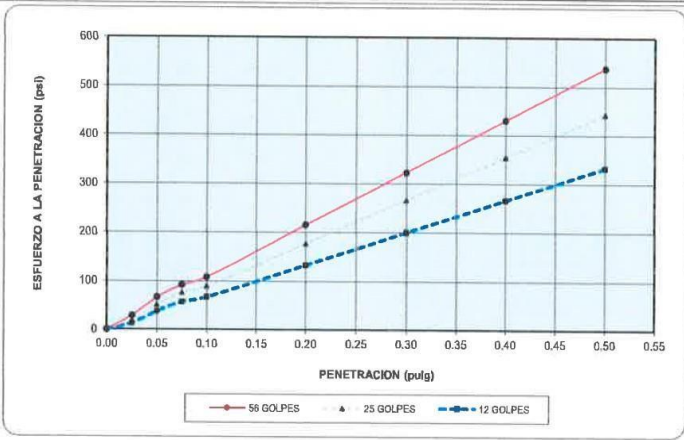


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

GRAFICOS ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS CBR
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132

DATOS DE LA MUESTRA

TESIS : AESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS CON CENIZAS DE TALLO BANANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MANU, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2021
BACH : José Marcelo corrales Alvarez
UBICACIÓN : Dist. Salvacion -Madre de dios
PROPORCIÓN : (7 % de cenizas de tallo banano)
CALICATA : C-3
FECHA : 10/02/2022



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3)	1.760	CBR AL 95% DE MDS =	8.3%
HUMEDAD OPTIMA (%)	11.50%	CBR AL 100% DE MDS =	10.8%

Nº GOLPES	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.	VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION: CBR (0.1") / CBR (0.2") = 0.75
56 GOLPES	1.45%	3.90%	
25 GOLPES	1.66%	4.44%	
12 GOLPES	1.77%	5.21%	



INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
 Ing. Edgar Mayhua Meza
 GERENTE GENERAL

Jimmy Arotupe Aviles
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 122187



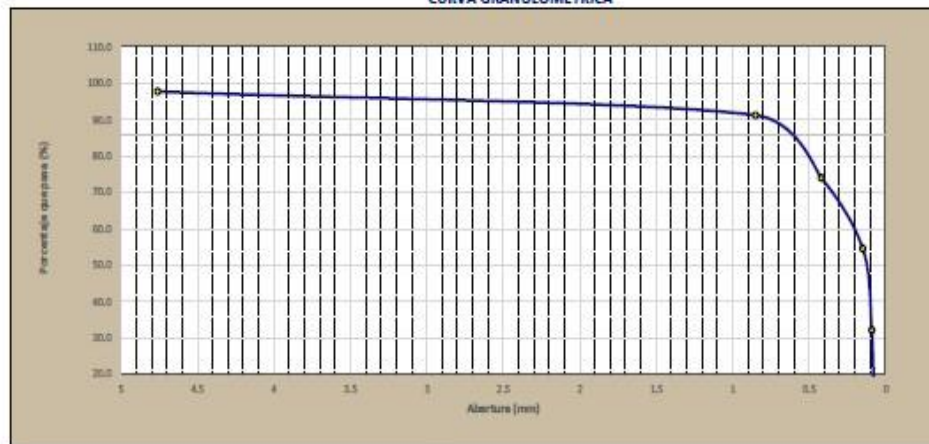
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMBAZOS
NORMAS TÉCNICAS: NTC 107, E 204 - ASTM D 421 - ABRITO T - 11, 7-27 Y 7-82

TEMA: LUGAR: PROPORCIÓN: CAUCATA: FECHA:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BUNDOS CON CEMENTOS DE TALLO BARRANO EN ZONAS TROPICALES, AV. MARI, SALVACIÓN - MADRE DE DIOS - 2022 José Marcelo Coronel Alvarez Dist: Salvación - Madre de Dios : (cementos de tallo de barrano) 28/01/2022	TEC. RESPON: EDGAR MAYHUJA MEZA ING. RESPON: JIMMY AROTAYPE AVILES LUGAR: CUSCO FECHA: 28/01/2022
---	--	--

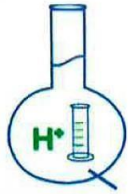
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET.	PESO RET. ACUMULADO	% RETEN. AC.	% Q' PASA
4	4.75	3.1	3.1	2.3	97.7
20	0.85	6.9	12	8.8	91.2
40	0.42	20.5	36.5	26.0	74.0
100	0.149	27	63.5	45.4	54.6
170	0.090	31	94.5	67.8	32.2
200	0.074	34	128.5	92.4	7.6
fondo		10	137	100.0	0.0
PESO TOTAL					= 137 gr

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

CURVA GRANULOMÉTRICA



--	--	--



MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

INFORME N° LQ 0126-22
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE CENIZA

SOLICITA :

JOSE MARCELO CORRALES ALVAREZ

TESIS : "Estabilización de subrasantes blandas con cenizas de tallo de banano en zonas tropicales, avenida Manu, Salvación, Madre de Dios 2021"

MUESTRA SECA : Ceniza de tallo de banano

DEPARTAMENTO : Madre de Dios

FECHA DE INFORME : 16/03/22

RESULTADOS :

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS
Oxido de Calcio (CaO)	%	18
Alúmina (Al ₂ O ₃)	%	2.2
Silice (SiO ₂)	%	28.6
Oxido de Manganeso (Mgo)	%	3.1
Oxido de Potasio (K ₂ O)	%	16.5
Óxido de Azufre(SO)	%	0.8
Oxido de Sodio(Na ₂ O)	%	1.4
Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	%	1.3
Óxido de Zinc (ZnO)	%	0.007
Densidad Aparente (pa)	g/cc	1.57
pH		11.2

MÉTODO DE ANÁLISIS: El trabajo de análisis de suelos se ha realizado bajo los métodos establecidos en los Manuales de Análisis Químico-Agrícola, Nigel T. Faithfull, Institute of Rural Studies, University of Wales, UK 2005; que a su vez está basado en el Manual "The Analysis of Agricultural Materials, MAFF/ADAS.

Análisis agrícola Fundamentos y Técnicas Operatorias – Pedro Herce, editorial Dossat – Madrid.




MARIO CUMPA CAYURI
INGENIERO QUÍMICO
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 18188

Anexo 8: Certificado de calibración de equipos de laboratorio



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-112-2021

Laboratorio de Masa

Pág. 1 de 3

Expediente 18106
 Solicitante **S & C SUELOS Y CIMENTACIONES
 INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.**
 Dirección Calle Primavera 19, San Jeronimo
 Instrumento de Medición **BALANZA NO AUTOMÁTICA**
 Marca (o Fabricante) OHAUS
 Modelo R21PE30ZH
 Número de Serie B845372649
 Procedencia CHINA
 Tipo ELECTRÓNICA
 Identificación NO INDICA
 Alcance de Indicación 0 gr a 30000 gr
 División de escala (d) 1 gr
 o resolución
 Div. verifc. de escala (e) 10 gr (*)
 Capacidad Mínima 20 gr (**)
 Clase de exactitud III (***)
 Ubic. Del Instrumento Instalaciones del solicitante
 Lugar de Calibración Laboratorio de Masa de CEM INDUSTRIAL EIRL

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

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

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Fecha de Calibración 2021-12-02

Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Edición tercera.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Patrones utilizados:

LM-C-589-2020; M-1119-2020; M-1120-2020; M-0293-2020; T-2009-2020

Sello



Fecha de emisión

2021-12-02

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

Jesus Quinto C.
JESUS QUINTO C.
 JEFE DE LABORATORIO

Centro Especializado en Metrología Industrial
 Coop. César Vallejo Mz. V Lt. 01 S.M.P. - Lima - Lima
 • Telf.: 6717346 • RPM: #958009777 • CEL: 958009776
 • ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

Resultados de Medición
INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	20,1 °C	Final	20,0 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Medición Nº	Carga L1 = 15000 g			Carga L2 = 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000	0,4	4,6	30000	0,6	4,4
2	15000	0,4	4,6	30000	0,6	4,4
3	15000	0,4	4,6	30000	0,6	4,4
4	15000	0,4	4,6	30000	0,6	4,4
5	15000	0,4	4,6	30000	0,6	4,4
6	15000	0,4	4,6	30000	0,6	4,4
7	15000	0,4	4,6	30000	0,6	4,4
8	15000	0,4	4,6	30000	0,6	4,4
9	15000	0,4	4,6	30000	0,6	4,4
10	15000	0,4	4,6	30000	0,6	4,4

Carga (gr)	E _{max} - E _{min} (gr)	e.m.p (gr)
15000	0,000	20
30000	0,000	30

2	5
1	
3	4

Posición de las Cargas

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temperatura	Inicial	20,0 °C	Final	20,1 °C
-------------	---------	---------	-------	---------



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c					e.m.p ± gr
	Carga min. (g)	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1	10	10	0,3	4,7	10000	10000	0,4	4,6	-0,1	20
2		10	0,3	4,7		10000	0,4	4,6	-0,1	20
3		10	0,2	4,8		10000	0,4	4,6	-0,2	20
4		10	0,2	4,8		10000	0,4	4,6	-0,2	20
5		10	0,2	4,8		10000	0,5	4,5	-0,3	20

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	20,1 °C	Final	20,1 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Eo	Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ± gr
		l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
	10	10	0,3	4,7						
	20	20	0,4	4,6	-0,1	20	0,3	4,7	0,0	10
	100	100	0,4	4,6	-0,1	100	0,3	4,7	0,0	10
	500	500	0,4	4,6	-0,1	500	0,4	4,6	-0,1	10
	1000	1000	0,5	4,5	-0,2	1000	0,4	4,6	-0,1	10
	5000	5000	0,5	4,5	-0,2	5000	0,4	4,6	-0,1	10
	10000	10000	0,6	4,4	-0,3	10000	0,5	4,5	-0,2	20
	15000	15000	0,6	4,4	-0,3	15000	0,5	4,5	-0,2	20
	20000	20000	0,6	4,4	-0,3	20000	0,5	4,5	-0,2	20
	25000	25000	0,5	4,5	-0,2	25000	0,6	4,4	-0,3	30
	30000	30000	0,6	4,4	-0,3	30000	0,6	4,4	-0,3	30

Leyenda:
 L: Carga aplicada a la balanza. E: Error encontrado
 l: Indicación de la balanza. E₀: Error en cero.
 ΔL: Carga adicional. E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{0,16667 + 0,0000000000103 R^2}$

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R + 0,0000138464 R$

Observaciones

- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con indicación "CALIBRADO".
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

(*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

(**) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

(***) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.



Fin del documento

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 747

Fecha: 2021-08-11

Solicitante: S & C SUELOS Y CIMENTACIONES INGENIERIA Y CONSTRUCCION EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección: CAL. PRIMAVERA NRO. 19 (A 100 MTS APROX. ANTES D PTE C3P VERDE)
 CUSCO-CUSCO - SAN JERONIMO
Ciudad: CUSCO
Instrumento: Tamizadora Eléctrica
Fabricante: PINZUAR
Modelo: PS-35
Serie: 1483
Ensayos realizados: Verificación
Norma de Referencia: INV E 123

Se realizaron las siguientes inspecciones:

DIMENSIONES	RESULTADO	
Diámetro	8	Pulgadas
Ancho	355	mm
Largo	452	mm
Alto	940	mm



Henry Julio León Masgo
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.
 Pinzuar Ltda., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento y/o la información contenida en este documento.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-015-2021

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

Expediente	18012	
Solicitante	S & C SUELOS Y CIMENTACIONES INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN EIRL	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Dirección	CALLE PRIMAVERA 19, SAN JERONIMO CUSCO-CUSCO	
Instrumento de Medición	Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión	
Equipo Calibrado	PRENSA CBR	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.
PRENSA CBR		
Marca (o Fabricante)	PINZUAR	
Modelo	PA - 68	
Número de Serie o Identificación	PSM-9/0430	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.
Procedencia	COLOMBIA	
Indicador de Lectura	DIGITAL	
Alcance de Indicación	0 Kgf a 5000 Kgf	Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.
Resolución	0.1 Kgf	
Marca (o Fabricante)	HIGH WEIGHT	
Modelo	315-X8	
Número de Serie o Identificación	985268756 NO INDICA	
Transductor de Fuerza	CELDA S	
Marca (o Fabricante)	KELI	
Modelo	A - FED	
Número de Serie o Identificación	AKT 5453 NO INDICA	
Ubic. Del Instrumento	Laboratorio de Suelos y Materiales	
Lugar de Calibración	Av. Manco Capac 656, San Jeronimo, Cusco - Cusco.	
Fecha de Calibración	2021-12-02	

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2021-12-02

CEM INDUSTRIAL

Jesús Quinto C.
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Centro Especializado en Metrología Industrial
Coop. César Vallejo Mz. V Lt. 01 S.M.P. - Lima - Lima
• Telf.: 6717346 • RPM: #958009777 • CEL: 958009776
• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

Método de Calibración

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

Trazabilidad

Se utilizó patrón calibrado con trazabilidad al SI, calibrado por la Universidad Católica del Perú Con Certificado N° INF-LE-N°139-17

Resultados de medición

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
%	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	q(%)	b(%)	U(%)
10	500	502.9	503.0	503.0	503.0	-0.6	0.0	0.4
20	1000	1002.8	1002.8	1002.8	1002.8	-0.3	0.0	0.3
30	1500	1502.4	1502.0	1502.6	1502.3	-0.2	0.0	0.3
40	2000	2002.5	2002.4	2002.8	2002.6	-0.1	0.0	0.3
50	2500	2502.3	2503.0	2502.7	2502.7	-0.1	0.0	0.2
60	3000	3002.9	3002.3	3003.2	3002.8	-0.1	0.0	0.2
70	3500	3503.8	3502.4	3504.3	3503.5	-0.1	0.1	0.2
80	4000	4003.5	4003.4	4003.4	4003.4	-0.1	0.0	0.2
90	4500	4505.7	4500.4	4502.5	4502.9	-0.1	0.1	0.3
Lectura máquina en cero		0	0	0	-----	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 18 °C; Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

Evaluación de los resultados

Los errores encontrados entre el 20% y el 100% del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.


Observaciones

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

Fin del documento