



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto para mejorar la  
subrasante del camino vecinal Socos – Yanayacu, Ayacucho,  
2022**

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

**AUTORES:**

García Cisneros, Alicia Mónica (ORCID: 0000-0003-2231-4265)  
Ludeña Cardenas, Wilinton Fillol (ORCID: 0000-0003-2328-4061)

**ASESOR:**

Dr. Benites Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

El presente trabajo de investigación va dedicado A mis padres Alejandro García Huacausi y Matilde Cisneros Mallcco quienes son la fortaleza, me apoyaron en mi formación profesional y me han permitido cumplir uno de mis tan anhelados sueños, gracias por las buenas enseñanzas.

**Alicia Mónica García Cisneros**

En primer lugar, a Dios por el preciado regalo de la vida, de la misma manera a mis padres Marcelino Ludeña Meneses por acompañarme por el sendero de logros y Marina Cardenas Huamán quien me ilumina desde más allá, a todos mis hermanos con quienes constituimos familia unida.

**Wilinton Fillol Ludeña Cardenas**

## **Agradecimiento**

Agradezco y expreso mi gratitud hacia Dios, por bendecirme con buena salud cada día, para seguir encaminándome en mi formación profesional.

Un gran profundo agradecimiento a todos los docentes de la carrera de Ingeniería Civil, quienes con sus ideales pudieron ayudar a crecer como profesional.

A mi mentor al Ing. Víctor Portal Quicaña por las buenas enseñanzas, invaluable amistad y consejos fraternos, juntamente con la empresa INGEOTECON EIRL.

Al Ing. Maxwil Anthony Morote Arias juntamente con la empresa INGEOMAX S.A.C., por haberme orientado y apoyado durante el desarrollo de la presente investigación.

Finalmente quiero expresar mi agradecimiento a cada uno de mis amigos, familiares y a todos quienes compartieron durante toda mi etapa universitaria.

### **Alicia Mónica García Cisneros**

Cito este espacio para mostrar mis más sinceros agradecimientos a mis padres, hermanos por quienes siempre han sido, son y serán mi mayor soporte en mi vida.

A mis familiares quienes mi brindaron el amor  
y apoyo incondicional.

Y a todas aquellas personas que llegaron a  
formar parte de mi vida.

**Wilinton Filloí Ludeña Cardenas**

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenido .....	v
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras.....	ix
Resumen .....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	31
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	31
3.2 Variables y operacionalización .....	32
3.3 Población, muestra y muestreo .....	33
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	34
3.5 Procedimientos .....	35
3.6 Método de análisis de datos.....	42
3.7 Aspectos éticos.....	42
IV. RESULTADOS.....	43
V. DISCUSIÓN .....	74
VI. CONCLUSIONES.....	78
VII. RECOMENDACIONES .....	80
REFERENCIAS .....	81
ANEXOS.....	94

## Índice de tablas

Tabla 1. Guía para la elección del tipo de estabilizador. ....	19
Tabla 2. Número de calicatas para exploración de suelos. ....	21
Tabla 3. Valores típicos de consistencia del suelo. ....	22
Tabla 4. Clasificación de suelos el índice de plasticidad. ....	26
Tabla 5. Categorías de la subrasante. ....	29
Tabla 6. Número de ensayos del CBR según el Tipo de Carretera. ....	30
Tabla 7. Resumen de calicatas y suelos explorados en el tramo de estudio. ....	38
Tabla 8. Coordenadas de las calicatas en el tramo de estudio. ....	38
Tabla 9. Resumen de ensayos de plasticidad de los suelos (natural). ....	39
Tabla 10. Resumen de ensayos de clasificación de los suelos (natural). ....	39
Tabla 11. Resumen de ensayos de Proctor modificado (natural). ....	40
Tabla 12. Resumen de ensayos de CBR en laboratorio (natural). ....	40
Tabla 13. Composición química de la ceniza de hojas de eucalipto. ....	41
Tabla 14. Valores de plasticidad con adición de 0.80 lt/m <sup>3</sup> , 1.20 lt/m <sup>3</sup> , 1.60 lt/m <sup>3</sup> de terrasil y 5%, 10%, 15% de ceniza de hojas de eucalipto. ....	47
Tabla 15. Valores de OCH con adición de 0.80 lt/m <sup>3</sup> , 1.20 lt/m <sup>3</sup> , 1.60 lt/m <sup>3</sup> de terrasil y 5%, 10%, 15% de ceniza de hojas de eucalipto. ....	50
Tabla 16. Valores de MDS con adición de 0.80 lt/m <sup>3</sup> , 1.20 lt/m <sup>3</sup> , 1.60 lt/m <sup>3</sup> de terrasil y 5%, 10%, 15% de ceniza de hojas de eucalipto. ....	53
Tabla 17. Valores de CBR con adición de 0.80 lt/m <sup>3</sup> , 1.20 lt/m <sup>3</sup> , 1.60 lt/m <sup>3</sup> de terrasil y 5%, 10%, 15% de ceniza de hojas de eucalipto. ....	56
Tabla 18. Prueba Shapiro-Wilk para adición de 0.80 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable plasticidad. ....	58
Tabla 19. Prueba Shapiro-Wilk para adición de 1.20 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable plasticidad. ....	59
Tabla 20. Prueba Shapiro-Wilk para adición de 1.60 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable plasticidad. ....	59
Tabla 21. Prueba Shapiro-Wilk para adición de 0.80 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable OCH. ....	60
Tabla 22. Prueba Shapiro-Wilk para adición de 1.20 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable OCH. ....	61

Tabla 23. Prueba Shapiro-Wilk para adición de 1.60 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable OCH.....	61
Tabla 24. Prueba Shapiro-Wilk para adición de 0.80 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable MDS.....	62
Tabla 25. Prueba Shapiro-Wilk para adición de 1.20 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable MDS.....	63
Tabla 26. Prueba Shapiro-Wilk para adición de 1.60 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable MDS.....	63
Tabla 27. Prueba Shapiro-Wilk para adición de 0.80 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable CBR. ....	64
Tabla 28. Prueba Shapiro-Wilk para adición de 1.20 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable CBR. ....	65
Tabla 29. Prueba Shapiro-Wilk para adición de 1.60 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable CBR. ....	65
Tabla 30. Correlación r de Pearson para adición de 0.80 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable plasticidad.....	66
Tabla 31. Correlación r de Pearson para adición de 1.20 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable plasticidad.....	67
Tabla 32. Correlación r de Pearson para adición de 1.60 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable plasticidad.....	67
Tabla 33. Correlación r de Pearson para adición de 0.80 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable OCH.....	68
Tabla 34. Correlación r de Pearson para adición de 1.20 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable OCH.....	69
Tabla 35. Correlación r de Pearson para adición de 1.60 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable OCH.....	69
Tabla 36. Correlación r de Pearson para adición de 0.80 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable MDS.....	70
Tabla 37. Correlación r de Pearson para adición de 1.20 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable MDS.....	71
Tabla 38. Correlación r de Pearson para adición de 1.60 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable MDS.....	71

Tabla 39. Correlación $r$ de Pearson para adición de 0.80 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable CBR. ....	72
Tabla 40. Correlación $r$ de Pearson para adición de 1.20 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable CBR. ....	73
Tabla 41. Correlación de Spearman para adición de 1.60 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable CBR. ....	73

## Índice de figuras

Figura 1. Estado actual de la carretera Socos – Yanayacu. ....	2
Figura 2. Curva termogravimétrica de la Hoja de Eucalipto (TGA). ....	7
Figura 3. Curva calorimétrica (ADT). ....	8
Figura 4. Llenado de cisterna con solución Terrasil. ....	15
Figura 5. Composición Química de la ceniza hoja de eucalipto. ....	16
Figura 6. Porcentajes medio de los compuestos de cenizas con alto y bajo contenido de cal. ....	17
Figura 7. Características químicas de la ceniza volante. ....	18
Figura 8. Acción del agua en la capa de rodadura de una vía sin pavimentar. ....	18
Figura 9. Dispositivo Limite Liquido operado a mano. ....	23
Figura 10. Ranurador Trapezoidal. ....	24
Figura 11. Dimensiones de la ranura en la copa de Casagrande. ....	24
Figura 12. Prueba de limite plástico. ....	25
Figura 13. Formula del cálculo de índice de plasticidad. ....	25
Figura 14. Molde cilíndrico de 6.0 pulg para el ensayo de Proctor modificado. ....	27
Figura 15. Curva del ensayo de Proctor modificado. ....	27
Figura 16. Curva Humedad-densidad seca. ....	28
Figura 17. Ensayo de CBR en laboratorio. ....	29
Figura 18. Conteo vehicular en el tramo de estudio, día 01. ....	36
Figura 19. Conteo vehicular en el tramo de estudio, día 03. ....	36
Figura 20. Vista de la calicata 01 del km 0+000. ....	37
Figura 21. Vista de la calicata 03 del km 1+000. ....	37
Figura 22. Vista de la calicata 05 del km 2+000. ....	37
Figura 23. Vista de la calicata 07 del km 3+100. ....	37
Figura 24. Recolección de hojas de eucalipto. ....	41
Figura 25. Vista de hojas de eucalipto recolectadas. ....	41
Figura 26. Mapa político del Perú. ....	43
Figura 27. Mapa político del departamento de Ayacucho. ....	43
Figura 28. Mapa político de la provincia de Huamanga. ....	44
Figura 29. Vista satelital del tramo de la carretera Socos – Yanayacu. ....	44
Figura 30. Preparación de muestras para el ensayo de plasticidad. ....	46

Figura 31. Ensayo de limite liquido del suelo natural.....	46
Figura 32. Ensayo de plasticidad con adición de terrasil (0.8 lt/m <sup>3</sup> , 1.2 lt/m <sup>3</sup> y 1.6 lt/m <sup>3</sup> ).....	46
Figura 33. Ensayo de plasticidad con adición de terrasil y ceniza de hojas de eucalipto. ....	46
Figura 34. Valores de plasticidad con adición de 0.80 lt/m <sup>3</sup> , 1.20 lt/m <sup>3</sup> , 1.60 lt/m <sup>3</sup> de terrasil y 5%, 10%, 15% de ceniza de hojas de eucalipto.....	48
Figura 35. Preparación de muestras para el ensayo de Proctor modificado.....	49
Figura 36. Ensayo de Proctor modificado del suelo natural.....	49
Figura 37. Obtención del OCH con adición de terrasil (0.8 lt/m <sup>3</sup> , 1.2 lt/m <sup>3</sup> y 1.6 lt/m <sup>3</sup> ).....	49
Figura 38. Obtención del OCH con adición de terrasil y ceniza de hojas de eucalipto. ....	49
Figura 39. Valores de OCH con adición de 0.80 lt/m <sup>3</sup> , 1.20 lt/m <sup>3</sup> , 1.60 lt/m <sup>3</sup> de terrasil y 5%, 10%, 15% de ceniza de hojas de eucalipto.....	51
Figura 40. Preparación de muestras para el ensayo de Proctor modificado.....	52
Figura 41. Ensayo de Proctor modificado del suelo natural.....	52
Figura 42. Obtención de la MDS con adición de terrasil (0.8 lt/m <sup>3</sup> , 1.2 lt/m <sup>3</sup> y 1.6 lt/m <sup>3</sup> ).....	52
Figura 43. Obtención de la MDS con adición de terrasil y ceniza de hojas de eucalipto. ....	52
Figura 44. Valores de MDS con adición de 0.80 lt/m <sup>3</sup> , 1.20 lt/m <sup>3</sup> , 1.60 lt/m <sup>3</sup> de terrasil y 5%, 10%, 15% de ceniza de hojas de eucalipto.....	54
Figura 45. Preparación de muestras para el ensayo de CBR en laboratorio. ....	55
Figura 46. Ensayo de CBR en laboratorio del suelo natural. ....	55
Figura 47. Curado de muestras con adición de terrasil (0.8 lt/m <sup>3</sup> , 1.2 lt/m <sup>3</sup> y 1.6 lt/m <sup>3</sup> ).....	55
Figura 48. Curado con adición de terrasil y ceniza de hojas de eucalipto.....	55
Figura 49. Valores de CBR con adición de 0.80 lt/m <sup>3</sup> , 1.20 lt/m <sup>3</sup> , 1.60 lt/m <sup>3</sup> de terrasil y 5%, 10%, 15% de ceniza de hojas de eucalipto.....	57

## Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de la adición de terrasil y ceniza de hojas de eucalipto sobre las propiedades físicas y mecánicas de los suelos a nivel de subrasante. Para la determinación de dichas características se empleó la adición de terrasil en  $0.80 \text{ lt/m}^3$ ,  $1.20 \text{ lt/m}^3$  y  $1.60 \text{ lt/m}^3$  y además junto con la ceniza de hojas de eucalipto en 5%, 10% y 15%. La presente investigación de empleo una metodología experimental del tipo cuasiexperimental, del tipo aplicada y a nivel explicativo, la población de estudio fueron los suelos de la subrasante del camino vecinal tramo Socos – Yanayacu, del distrito de Socos.

Los resultados óptimos se obtuvieron con la dosificación de  $1.20 \text{ lt/m}^3$  de terrasil + 10% de CHE, donde se observó la reducción de la plasticidad de 17.5% a 14.5%, de igual manera en el OCH de 13.4% a 12.3%, incremento de la MDS de  $1.792 \text{ g/cm}^3$  a  $1.994 \text{ g/cm}^3$  y finalmente mejorando e incrementando de manera considerable la capacidad de soporte CBR de 3.5% en estado natural a 19.8% referente al 95% de la MDS y 0.1" de penetración. Se concluye que mejora las propiedades físicas y mecánicas, lo que la subrasante pasa de ser de categoría pobre a buena.

Palabras clave: Terrasil, Ceniza, hojas de Eucalipto, Subrasante.

## **Abstract**

The objective of this research was to determine the influence of the addition of terrasil and eucalyptus leaf ash on the physical and mechanical properties of soils at the subgrade level. For the determination of these characteristics, the addition of terrasil was used in 0.80 lt/m<sup>3</sup>, 1.20 lt/m<sup>3</sup> and 1.60 lt/m<sup>3</sup> and together with eucalyptus leaf ash in 5%, 10% and 15%. The present investigation used an experimental methodology of the quasi-experimental type, of the applied type and at an explanatory level, the study population was the soils of the subgrade of the neighborhood road section Socos – Yanayacu, of the district of Socos.

The optimal results were obtained with the dosage of 1.20 lt/m<sup>3</sup> of terrasil + 10% of CHE, where the reduction of plasticity from 17.5% to 14.5% was observed, in the same way in the OCH from 13.4% to 12.3%, increase of the MDS from 1,792 g/cm<sup>3</sup> to 1,994 g/cm<sup>3</sup> and finally improving and considerably increasing the CBR support capacity from 3.5% in the natural state to 19.8% referring to 95% of the MDS and 0.1" of penetration. It is concluded that it improves the physical and mechanical properties, which makes the subgrade go from a poor category to a good one.

Keywords: Terrasil, Ash, Eucalyptus leaves, Subgrade.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la construcción de las carreteras, tanto pavimentadas y no pavimentadas cumple un rol muy importante para el servicio y desarrollo de la población. En estados latinoamericanos como Paraguay poseen una mala conectividad y accesibilidad física de la población rural, pero debido a la falta de estándares y el adecuado tratamiento a carreteras a nivel de subrasante que se encuentran en mal estado, por lo que en las últimas décadas se viene desarrollando y aplicando aditivos estabilizadores con la finalidad de que este tipo de vías adquiera mejores propiedades físicas y mecánicas, asimismo prolongando su vida útil [1]. En general los países de latino américa afrontan críticos desafíos institucionales, técnicos, financieros, políticos y sociales para adecuar los caminos a diversos climas, lo cual presenta riesgo eminente en la seguridad como la sostenibilidad de los sistemas viales del país, y posiblemente evidenciara graves problemas por efectos perjudiciales negativos a consecuencia de los cambios climatológicos [2].

La infraestructura vial en el Perú se gira en torno al desinterés por parte de nuestras autoridades de gobiernos locales, regionales y nacional, por ejemplo, las vías vecinales abarcan un total de 113,792.7 Km siendo el 67.6% de la red vial nacional de competencia de los Gobiernos Municipales Locales de cual 111,886.5 km (98.30%) están sin pavimentar desagregándose en tres grupos 57,555.3 km en trocha, 26,651.9 sin afirmar y 27,679.30 afirmada. Teniendo a las OPMI (Oficinas de Programación Multianual de Inversiones) de los Gobiernos Regionales, con el objetivo de tener un diagnóstico actualizado para la intervención de cierre de brechas y estado situacional, debido a que estas vías cumplen un objetivo es entrelazar las principales ciudades del interior del país y la capital peruana. Detallando así un análisis para futuras intervenciones de conservación vial y planteando medidas de soluciones para la estabilización de suelos ya que se busca que en épocas de lluvias haga menos barro y en tiempos sequíos menos polvo. Aumentando la capacidad de soporte y CBR de la subrasante de los caminos vecinales [3].

Del mismo modo, en ámbito local la ciudad de Ayacucho cuenta con rutas vecinales que conectan entre pueblos garantizando la comunicación para satisfacer a los usuarios, a lo largo del tiempo las vías de comunicación han sido afectados directamente a causa de agentes ambientales y falta de mantenimiento oportuno. A consecuencia de ello, eleva el costo de transportes y limita el fácil acceso de comercio.

Actualmente la ruta que conecta al distrito de Socos al centro poblado Yanayacu consta de un camino vecinal de 3+160.00 km, se encuentra en situación deficiente a nivel de subrasante debido al transmisión de cargas dinámicas de los vehículos, este rasante de afirmado son vulnerables presentando variaciones en su comportamiento mecánico al entrar en contacto con la humedad. Debido a la realidad problemática descrita, se pretende mejorar la subrasante con la incorporación de hojas de eucalipto y terrasil, con la finalidad prolongar la vida útil del camino, para que pueda ofrecer una mejor transpirabilidad y evitando la emisión de polvo.



*Figura 1.* Estado actual de la carretera Socos – Yanayacu.

Fuente: Elaboración propia.

Es por ello de acuerdo con la realidad problemática descrita para la presente investigación se plantea el siguiente **problema general**: ¿De qué manera la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto influye en la subrasante del camino vecinal Socos – Yanayacu, Ayacucho, 2022? Asimismo, se plantea 04 **problemas específicos**: i) ¿De qué manera la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto influye en el índice de plasticidad en la subrasante del camino vecinal Socos – Yanayacu, Ayacucho, 2022? ii) ¿De qué manera la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto influye en el óptimo contenido de humedad en la subrasante del camino vecinal de Socos – Yanayacu, Ayacucho, 2022? iii) ¿De qué manera la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto influye en la máxima densidad seca en la subrasante del camino vecinal Socos – Yanayacu, Ayacucho, 2022? y iv) ¿De qué manera la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto influye en la capacidad de soporte del suelo en la subrasante del camino vecinal Socos – Yanayacu, Ayacucho, 2022?

Del mismo modo se justifica la presente investigación: En lo **teórico**, esta investigación se realiza con la finalidad de contribuir al conocimiento existente sobre el uso de cenizas de hojas de eucaliptos y aditivo químico terrasil, cuyos resultados podrán ser usados en una propuesta, para estabilización y mejoramiento de las vías afirmadas, ya que se estaría demostrando que el uso de los aditivos mejorará el nivel de desempeño en el comportamiento de la subrasante. En lo **práctico**, se justifica porque existe la obligación de perfeccionar el rendimiento de las vías, mediante la incorporación de los aditivos con la dosificación adecuada. En lo **social**, la adición de aditivos permitirá mejorar la calidad de la vía y así ofrecerá la buena transpirabilidad de los usuarios. En lo **metodológico**, es importante seguir los procesos y estándares metodológicos para emplear en la ingeniería con el objetivo de realizar una investigación científica y técnica.

Como **objetivo general** de la presente investigación se plantea: Determinar la influencia de la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto en la subrasante del camino vecinal Socos – Yanayacu, Ayacucho, 2022. Del mismo modo se tienen 04 **objetivos específicos**: i) Determinar la influencia de la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto en el índice de plasticidad de subrasante del camino

vecinal Socos – Yanayacu, Ayacucho, 2022. ii) Determinar la influencia de la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto en el óptimo contenido de humedad en la subrasante del camino vecinal Socos – Yanayacu, Ayacucho, 2022. iii) Determinar la influencia de la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto en la máxima densidad seca en la subrasante del camino vecinal Socos – Yanayacu, Ayacucho, 2022; y iv) Determinar la influencia de la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto en la capacidad de soporte del suelo en la subrasante del camino vecinal Socos – Yanayacu, Ayacucho, 2022.

Como hipótesis general se tiene: El terrasil y ceniza de hojas de eucalipto influye en la subrasante del camino vecinal Socos – Yanayacu, Ayacucho, 2022. Asimismo, se da las 04 **hipótesis específicas**: i) El terrasil y ceniza de hojas de eucalipto influye en el índice de plasticidad en la subrasante del camino vecinal Socos – Yanayacu, Ayacucho, 2022. ii) El terrasil y ceniza de hojas de eucalipto influye en el óptimo contenido de humedad en la subrasante del camino vecinal Socos – Yanayacu, Ayacucho, 2022. iii) El terrasil y ceniza de hojas de eucalipto influye en la máxima densidad seca en la subrasante del camino vecinal Socos-Yanayacu, Ayacucho, 2022. Y finalmente iv) El terrasil y ceniza de hojas de eucalipto influye en la capacidad de soporte del suelo en la subrasante del camino vecinal Socos – Yanayacu, Ayacucho, 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales para la presente investigación se tiene: Mas (2021), se enfocó principalmente a determinar la incorporación de terrasil y ceniza de cascara de arroz para la estabilización de la subrasante en la carretera Cashac – Cuelcacha, Quinjalca, Chachapoyas 2021. Fue una investigación de diseño experimental, enfoque cuantitativo y tipo de investigación aplicada. La población del estudio estuvo conformada por los 18+650 km de la carretera Cashac – Cuelcacha, la muestra fue tomada por 3 calicatas realizadas cada 1km. Los instrumentos empleados fueron cuestionarios, diagrama de flujos, observación del sitio, encuestas y entrevistas. Los resultados fueron en estado natural del suelo MDS (Máxima Densidad Seca) de 1.827 gr/cm<sup>3</sup> y OCH (Optimo Contenido de Humedad) de 13.33% de la subrasante y el CBR igual a 3.5%. con la incorporación de CCA (Ceniza de Cascara de Arroz) en 7.00% + 0.5 lts/m<sup>3</sup> de terrasil, obteniendo como resultados la MDS 1.685 gr/cm<sup>3</sup>, OCH 16.24% y CBR 4.3% que representa un incremento del 22.86%. Por otra parte, con una dosificación de 7.00% CCA + 0.75 lts de terrasil obteniendo como resultados 1.685 gr/cm<sup>3</sup> MDS, 16.18% OCH y 4.6% CBR que representa un incremento de 31.42%. Finalmente, con la adición de 7.00% CCA + 1.40 lts/m<sup>3</sup> de terrasil, 1.686 gr/cm<sup>3</sup> MDS, 16.24% OCH y CBR 7% que representó un aumento al 100%. El estudio concluyó en base al MTC se logró reducir el índice de plasticidad de 23% a 17%. Pasando de alta a media plasticidad. OCH y la MDS aumento 21.83% y redujo 7.77% respectivamente. Con la dosificación de 7.00%CCA + 1.4 lts/m<sup>3</sup>, obteniendo un correcto comportamiento con 58 golpes produciendo propiedades cementante que logra estabilizar contra el hinchamiento [4].

Por otro lado, en la investigación de Tupia (2021), tuvo como objetivo principal la adición de ceniza de hojas de eucalipto para estudiar su influencia en la estabilización de la subrasante de la Av. Jun Velazco, Carabayllo, Lima. Fue investigación tipo aplicada, de diseño cuasi experimental con un enfoque cuantitativo. La población estudiada fue la trocha carrozable de la Av. Juan Velazco del distrito de Carabayllo, la muestra fue de 2.4km la cual se hicieron 3 calicatas. Como resultados se obtuvieron el tipo de suelo según la clasificación AASHTO de

A-4 y del tipo arcilla inorgánica de baja plasticidad (NP) en la calicata N°02, resultó que en estado natural se obtuvo el OCH de 15.50% y la MDS de 1.869 gr/cm<sup>3</sup>. Al incorporar la ceniza de hojas de eucalipto CHE en las proporciones de 4.00%, 7.00% y 11.00% el ensayo de Índice de Plasticidad resultó No plástico para cualquier caso. El OCH resultó de 15.50% con una adición de 4.00% y MDS de 1.902 gr/cm<sup>3</sup>. Con adición de 7.00% y 11.00% fue de 15.70% OCH y MDS de 1.952gr/cm<sup>3</sup> al 7.00% de CHE y al 11.00% la MDS de 1.973 gr/cm<sup>3</sup>. También se evaluó el CBR al 95.00% obteniendo como valores con la incorporación de CHE de 4.00%, 7.00% y 11.00% fue de 13.90%, 24.40%, 25.80% respectivamente y al 100% de CBR fue de 24.10%, 32.00% y 33.90%. Se concluyó que según la normatividad del MTC se consideró con un CBR al 95% con una incorporación de ceniza de hojas de eucalipto de 11% mejorando la subrasante de estudio [5].

Hoyle y Rodríguez (2019), tuvo como objetivo principal la determinación de qué manera uso de fibras de raquis de musa afrodisiaca y ceniza de hojas de eucalipto estabiliza los suelos de la trocha carrozable del caserío Canchas a Colcap, Jimbe, Santa, Ancash. Fue una investigación del tipo experimental, diseño cuasi experimental y enfoque cuantitativo. La población del estudio fue la trocha carrozable en el tramo de los caseríos Canchas – Colcap con longitud de 3 kilómetros y ancho de carril 4m., la muestra fueron 4 calicatas a cada 1 kilómetro según el MTC. Los instrumentos de recolección de datos fueron ensayos estandarizados y observación. Los resultados que se obtuvieron en el suelo natural el valor de 6.75% del CBR en 95% de una clasificación de suelo granular. Asimismo, la incorporación de ceniza de hojas de eucalipto y fibras de raquis de musa afrodisiaca en 5.00%, 10.00% y 15.00% el mejor es 10.00% que le da buenos resultado con un valor 11.24% de CBR. Por otro lado, se ensayó con el Proctor modificado en las mismas proporciones adicionadas de ceniza y fibra. Teniendo como resultados patrones 8.80% de OCH y MDS 1.862 gr/cm<sup>3</sup> con la incorporación de 5.00% se obtuvo 9.40 OCH y MDS 1.930 gr/cm<sup>3</sup> con 10% de ceniza y fibras se obtuvo 1.90 OCH y MDS 2.000 gr/cm<sup>3</sup> finalmente con 15% se obtuvo 8.90% OCH y MDS 1.970 gr/cm<sup>3</sup> se aprecia una disminución del OCH y MDS. En los resultados de clasificación de la primera calicata se obtuvo grava 43% y 37.32% de arena, 19.69% arcilla y finos, SUCS suelos SC (arena arcillosa) y clasificación AASHTO

(A-2-6 (0)) material granular con partículas finas arcillosas. Tercera y cuarta calicata son parecidas en clasificación con presencia de grava 54.87%, 22.49% arena y 22.64% finos. Clasificación SUCS (SM-SC) y por AASHTO (A-2-4(0)) es un suelo granular con partículas finas arcillosas. En el análisis térmico diferencial, se observa la curva de peso y temperatura en menores a 100°C y mayores de 450°C. y el análisis gravimétrico se evidencia que aumenta la velocidad entre 220°C y 350°C y en otras partes presentó una disminución de masa más lenta. Se observa la curva de Termogravimétrico (TGA) y la curva calorimétrica (ATD) [6].

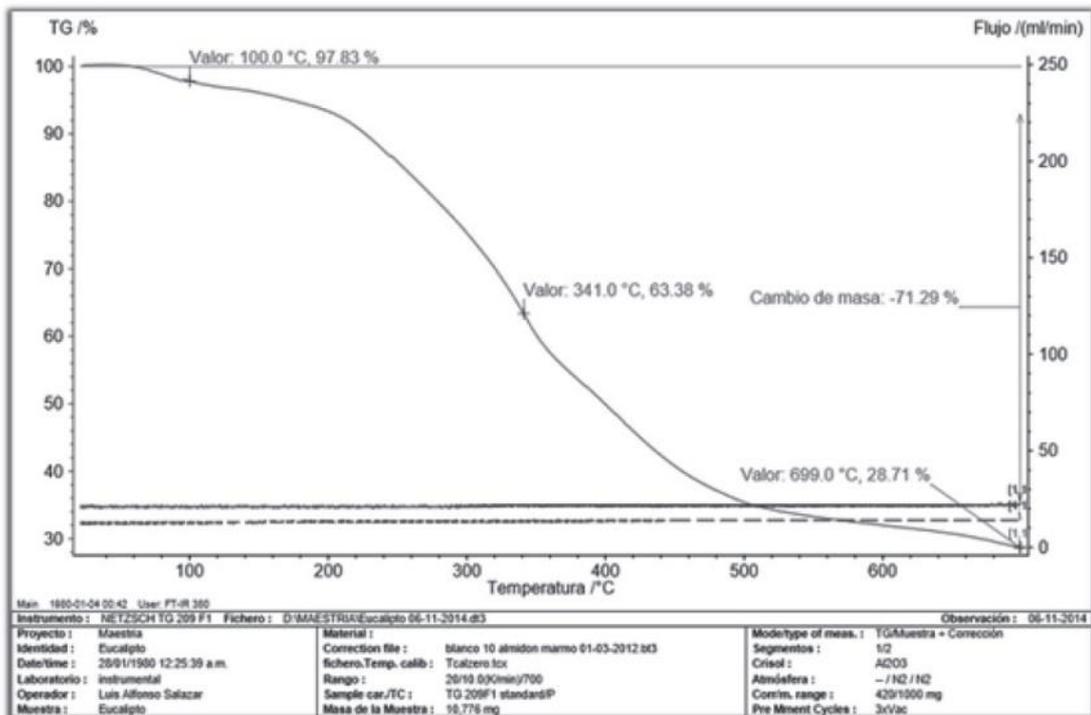
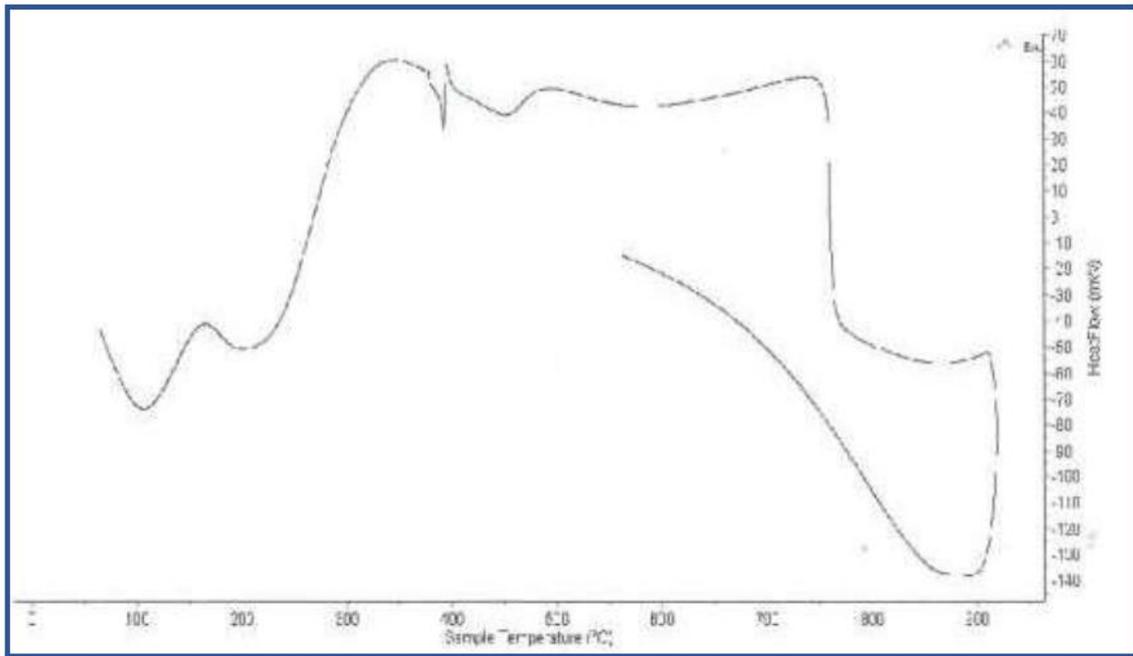


Figura 2. Curva termogravimétrica de la Hoja de Eucalipto (TGA).

Fuente: Entre Ciencia e Ingeniería.



*Figura 3. Curva calorimétrica (ADT).*

Fuente: Laboratorio de Polímeros (UNT).

Seguidamente los antecedentes internacionales se tienen: Rodríguez (2016), tuvo como objetivo principal el análisis de la subrasante por medio de la incorporación del aditivo Terrasil, como material optativo para el perfeccionamiento de esta. La presente investigación fue de tipo experimental. La población en estudio fue la vía situada en la ciudad de Quevedo sector San Camilo de 3,822.m de longitud, se tomó 9 muestras en el total de la vía. Los instrumentos de recolección de datos fueron por ensayos realizados y observación. Como resultados principales obtuvieron las cualidades que posee el suelo en su estado natural como la humedad (OCH), densidad (MDS) y valor de soporte CBR, esponjamiento y compactación. Se difieren que se tiene en los ensayos de esponjamiento o cambio del volumen del material ya que propiedades del suelo se van modificando conforme se va alterando con el tiempo, en la mayoría de los casos se visualiza por que atraviesan zonas de cultivo. Asimismo, con la aplicación del Terrasil se tuvo resultados como una ligera disminución del esponjamiento y humedad que resultó efectivo para la optimización del suelo, de igual manera incrementó su capacidad portante del suelo (CBR) y compactación. Finalmente, ensayadas todas las calicatas en su estado natural y con adición del Terrasil resultó que se incrementó

2% en su compactación y un 3.8% en su humedad, pasado 7 días se consiguió elevar hasta en un 14% en su compactación y la humedad en un 27.86% respectivamente, logrando mejorar así las características del suelo. La investigación concluyó que la estabilización de la subrasante con el aditivo Terrasil es favorable ya que cumplió en impermeabilizar los suelos y a la vez perfeccionar la resistencia de los limos, arenas y arcillar que se encontró en los tramos estudiados [7].

Barragán y Cuervo (2019), tuvo como objetivo estudiar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos tipo arcilloso – arenoso relacionados a la resistencia incorporando ceniza de cascarilla de arroz (CCA). La investigación fue de tipo experimental y descriptivos mixtos de enfoque cuantitativo – cualitativo. La población fue los suelos arcillosos y arenosos y como muestra fue la extracción de 3 calicatas con profundidad de 1m según INVIAS-2013. Como instrumentos de recolección de datos ensayos de laboratorio y observación. Como resultados de la investigación primero se ensayaron los límites de Atterberg para la obtención del LL, LP e IP en el suelo natural se obtuvo 40.00% de LL en las tres muestras estudiadas, LP 15.90% y 40.00% IP. Se obtiene también la clasificación del suelo del tipo (SC) areno arcilloso de baja plasticidad. Asimismo, se obtuvieron los resultados de MDS 1.726 gr/cm<sup>3</sup> y OCH 19.70%. También se halló CBR al 95.00% de 1 y CBR al 100.00% de 1.6. Y el porcentaje de expansión promedio de 2.3%. Con la finalidad de cumplir el objetivo del estudio se realizó la incorporación de Ceniza Cascarilla de Arroz al terreno natural incrementando sus valores MDS 1.714 gr/cm<sup>3</sup>, OCH 20.3% y CBR al 95.00% de 1.3 y CBR al 100.00% de 1.9 y el porcentaje de expansión promedio de 2.5%. En las curvas de compactación resultó la disminución 0.7% MDS. Se logró incrementar el CBR al 95.00% es del 30% aumentando de 1 al 1.3 y el CBR al 100.00% es de 19.00% incrementando de 1.3 al 1.9. y el ensayo de expansión promedio se incrementó en un 0.09% pasando del 2.30% al 2.50%. Se concluyó con la investigación que la resistencia del suelo mejoró, disminuyendo la máxima densidad seca, aumentando la expansión volumétrica en 0.09% [8].

Los artículos para la presente investigación se tienen: Olumuyiwa y Emeka (2017), tuvieron como objetivo realizar la evaluación de la estabilización de suelos lateríticos aplicando Terrasil. La metodología empleada fue de diseño de investigación experimental y tipo aplicada. La población fue todos los suelos lateríticos del estado de Ondo en Nigeria y la muestra fueron 06 muestras de prueba de suelo natural en tres ubicaciones de pozo de préstamo y 02 muestras de suelo de una ubicación de pozo de préstamos en particular para la identificación y clasificación. Los instrumentos de recolección de datos fueron dados por ensayos realizados. Como resultados se encontró que en la muestra de suelo 1 y 2 del pozo de préstamo 3 era pobres y que necesitaban estabilización aplicando el Terrasil en porcentajes desde 0% a 16% con intervalos de 2%, con la adición del Terrasil mejoro la resistencia en el suelo 1 el CBR sin remojar mejoró del 8.4% al 0% al valor óptimo de 30.3% al 12% de aplicación de Terrasil. Por tanto, en el suelo 2, el CBR sin remojar aumentaron de 6,2% a un valor óptimo de 32.0% con una aplicación del 12% de Terrasil. Se concluyó que con la aplicación del Terrasil disminuyó los índices de plasticidad del suelo mejorando la resistencia propiedad del suelo. Los valores del CBR aumentan conforme se añade la proporción del Terrasil siendo un agente estabilizador para suelos pobres con bajos recursos económicos [9].

Olaniyan y Ajileve (2018), desarrollaron la evaluación de las propiedades geotécnicas de lateritas débiles estabilizadas con nanoquímicos (Terrasil y Zycobond). El diseño de la presente investigación fue experimental del tipo aplicada y de enfoque cuantitativo. La población de estudio fue los suelos lateríticos de Ogbomoso en Nigeria y la muestra se realizó en dos hoyos madrigueras diferente muestra A ubicado en las coordenadas latitud: 08°08'N longitud: 4°15'E y la muestra B ubicada latitud: 8°25'N longitud 4°3'E. Las técnicas de recolección de datos fueron por pruebas en laboratorio. Obtuvieron los siguientes resultados se pesó el Terrasil y Zycobond para estabilizar las lateritas al 5,10,15 y 20% respectivamente. Realizando los siguientes ensayos análisis de tamaño de partículas, límite líquido (LL), límite plástico (LP), MDS, OCH y valor de soporte CBR para muestras no estabilizadas y estabilidad. El análisis de distribución del tamaño de las partículas pasantes del tamiz N°200 para la muestra A y B era 76.6% y 66.5%,

respectivamente. Empleando la clasificación AASHTO, los suelos son A-5 – A-7. El LL, PI, MDS y OCH para la muestra A estabilizadas con Terrasil oscilan entre (36-52) %, (8-32) %, (1.73-2.34) gr/cm<sup>3</sup>, (7.20-10.8) %. Los valores de la muestra B oscilan entre (36-58) %, (15-34) %, (1.8-2.63) gr/cm<sup>3</sup>, (10.5-14.0) %. Y con la aplicación del Zycobond A varían de (45-50) %, (14-30) %, (2.21-1.92) gr/cm<sup>3</sup>, (11.5-24.0) % los valores de la muestra B con Zycobond varían entre (37-56) %, (11-38) %, (1.79-2.09) gr/cm<sup>3</sup>, (9.6-122.4) %. El CBR promedio (remojado y sin remojar) para las muestras estabilizadas con Terrasil oscila entre (5-6) %, (13-17) % y (4-6) %, (20-25) %. Y el CBR con Zycobond oscila entre (5-7) %, (20-29) % y (3-14) %, (22-55) % para las muestras A y B, respectivamente. Se concluyó que el porcentaje óptimo de nanoquímicas que dieron la resistencia a la comprensión más alta fue del 15%. Las nanoquímicas (Terrasil y Zycobond) mejoraron las propiedades geotécnicas del suelo laterítico débil [10].

Quispe (2021), como objetivo tuvo la determinación del comportamiento físico y químico de suelos expansivo con ceniza de mazorca de maíz en la Ciudad de Cuzco. Fue una investigación experimental del tipo aplicada, de enfoque cuantitativo. La población fue los suelos arcillosos de la vía expresa de la ciudad de Cuzco desde la progresiva 0+820.00 al 2+000.00, la muestra fue la extracción de calicatas 1.50 de profundidad de la progresiva 1+200.00 ubicadas en las coordenadas UTM 8501661.23N y 183639.53E. los instrumentos de recolección de datos fueron perfiles estratigráficos, fichas de observación, ensayos de laboratorio de muestras extraídas. Los resultados fueron para los combos de incorporación de cenizas en las siguientes proporciones 0.00%, 2.00%, 4.00%, 6.00%, 8.00% y 10.00%. Con una clasificación de suelo de arcilla de baja plasticidad (CL). Se ensayaron con el suelo natural extraído 31.7% LL (Límite Líquido) y bajo a 30.1% con una incorporación del 10.00% de CMM (Ceniza de Mazorca de Maíz); el LP (Límite Plástico con suelo natural obtuvo el valor de 21.56% e incrementó a 24.23% con una dosificación CMM al 10.00%. El índice plástico del suelo natural es 10.14% al incorporar CMM al 10.00% se redujo en 5.87%. El estudio de CBR al suelo natural fue de 7.20% con la incorporación de CMM al 8.00% el valor sube a 19.10% pero al utilizar al 10.00% el CBR es 14.30%, se concluyó que al incorporar cenizas en cierta cantidad ya no contribuye con las propiedades la resistencia al corte

disminuye. Además, la CMM aumentó el comportamiento reduciendo la plasticidad del suelo, la cual es mala para el pavimento [11].

Oluyemi y Olaolu (2019), tuvieron como objetivo principal la determinación de la resistencia de suelos lateríticos estabilizados con Terrasil. Fue una investigación experimental del tipo aplicada. La población es el campus de Obanla de la Universidad Federal de Tecnología, Akure, Nigeria y la muestra fueron dos pozos muestra A y B con la ubicación latitudes  $7^{\circ}18'03''$  N y  $7^{\circ}18'06''$  N y longitudes  $5^{\circ}08'02''$  E y  $5^{\circ}08'05''$  respectivamente de suelos lateríticos dentro de un polideportivo de la Universidad Federal de Tecnología, Akure, Nigeria. Los instrumentos de recolección de datos fueron por pruebas de laboratorio. Los resultados donde la muestra A se clasifica A-6(4) con el método AASHTO y la muestra B se clasifica A-7-6(7) y con el S.U.C.S. las dos muestras A y B se clasifican en CL. en las pruebas de límite de Atterberg se obtuvieron los siguientes resultados: la muestra A con 0% de Terrasil obtuvo un valor de IP de 21% y disminuyó 16% con la adición de Terrasil a una dosis de 6%, la muestra B su IP fue de 15 % y con la adición del 6% de Terrasil bajó al 12%. La muestra A con una contracción lineal del 11 % se redujo al 5 % con la adición del 10 % de Terrasil y la muestra B, con una contracción lineal del 12 %, se redujo al 7 % con una dosis del 10 % de Terrasil, el límite líquido. de la muestra A es del 42% y con la incorporación de Terrasil del 6% se disminuyó al 41% y la muestra B con terrasil del 8% al 43%. En los ensayos de máxima densidad de Proctor modificado para el cálculo del OCH y MDS, la muestra A con la adición del 4% del aditivo Terrasil incrementó MDS de 1842 kg/m<sup>3</sup> a 1900 kg/m<sup>3</sup> y OCH de 17,46% a 13,98% y la muestra B de 1871 kg/m<sup>3</sup> a 1880 kg/m<sup>3</sup> y OCH de 15,61% a 17,78%. Finalmente, los resultados de CBR de la muestra A aumentaron de 11,5% a 34,9% con 4% de Terrasil y la muestra B aumentó de 8,8% a 28,6% con una dosis de 6% de Terrasil. Se concluyó que tanto la muestra A como la B obtuvieron valores superiores al 20% de CBR el cual puede ser utilizado como material de subbase categoría 2 en la ejecución de carreteras [12].

Nandan, Mishra y Vasu (2015), se estudió el cambio en las propiedades del suelo en la zona sin tratamiento y el efecto de incorporar Terrasil a una dosis de 0.041%. Propiedades que se obtendrán en la subrasante de una carretera y su impacto

económico. La investigación fue aplicada y experimental. La población objeto de estudio son las áreas urbanas de India y la muestra es el suelo pardo con clasificación CL ubicado en Nadiad (latitud 22.70000 N y longitud 72.87000 E), Gujarat por donde pasará la carretera, Ahmadabad a Vadodara NH8. Los instrumentos de recolección de datos serán pruebas de laboratorio. Los resultados obtenidos en suelo natural fueron LL 30,23%, límite plástico LP 18,69% y en el índice de plasticidad (IP) con la adición de Terrasil 0,041% con los valores LL 30,10%, LP 20,42 % y IP 9,68%. Así mismo se analizó el CBR del suelo sin aditivo con un valor de 7.21% y con la adición de Terrasil 0.014% de 10.82% con un valor de penetración de 5mm. en las pruebas de permeabilidad se obtuvieron resultados como con suelo sin aditivo de 0.000146 cm/s y con aditivo 0.041% 0.000131cm/s, a medida que se incorpora el Terrasil hay una breve disminución de la porosidad, el contacto del aditivo Terrasil con el suelo provoca la siliconización haciendo que el suelo arcilloso sea impermeable. Así mismo en el diseño de espesores para un pavimento flexible se obtuvo 547mm con el terreno original y con la adición de Terrasil 0.041% de 405mm calculado con IRC: 37-2012. Se concluyó que los límites de consistencia disminuyen con la adición de Terrasil al 0.041%, también aumenta el CBR al reducir las proporciones de vacíos [13].

Kumar *et al.* (2017), el objetivo de la investigación fue estabilizar los suelos a nivel de la subrasante conformada por suelos arcillosos de Patna en Bihar en la India, incorporando diferentes tipos aditivos inorgánicos como Ceniza de Cascarilla de Arroz (CCA), Ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) y Ceniza de Estiércol de Vaca (CEV) mezclados en dosis de 0.00%, 2.50%, 5.00%, 7.50%, 10.00% y 12.50%. La investigación fue experimental de enfoque cuantitativo y del tipo aplicada. La población fue los suelos de la Patna en Bihar de la India y la muestra fue de una calicata de 1.50m a 2.50m de la proximidad de Patna en Bihar. Los instrumentos de recolección de datos fueron por observación y ensayos de laboratorio. Los resultados fueron según el Sistema de Clasificación de suelos SUCS se obtuvo un suelo arcilloso de plasticidad intermedia (CL). Los resultados en suelo natural del índice de plasticidad es 12.36%. Se observó los ensayos efectuados en el presente estudio sobre el LL (Líquido Líquido) y LP (Límite Plástico). Con la incorporación CCA en la dosificación 0.00%, 2.50%, 5.00%,

7.50%, 10.00% y 12.50% los resultados de LL fueron 36.06%, 35.20%, 35.06%, 34.87%, 34.52% y 34.49% y LP fue 23.70%, 24.92%, 25.27%, 26.32%, 27.966% y 28.33% respectivamente. Con la incorporación de CBCA en las mismas dosificaciones ya mencionadas se obtuvo un LL de 36.06%, 36.61%, 34.54%, 33.24%, 32.37% y 31.86% y LP fue 25.10%, 25.86%, 24.60%, 25.76%, 26.25% y 25.97% respectivamente. Finalmente, con la incorporación de CEV se obtuvieron los resultados LL de 36.06%, 33.79%, 38.03%, 41.63%, 39.30% y 42.81% y por otro lado el LP se obtuvo los valores de 23.70%, 23.33%, 27.76%, 31.87%, 29.62% y 33.44%. La reducción del LL en las mezclas de ceniza y suelos del CCA y CBCA que genera una reacción por las propiedades cementación como el silicato de calcio. En la prueba de Proctor modificado que se utilizó para hallar el OCH y la MDS, se observó un incremento del OCH al incorporar diferentes cantidades de cenizas, debiéndose amenorar la cantidad de limo, arcilla y materiales de grava. Por otra parte, la Máxima densidad Seca (MDS) disminuye por una relativa disminución del peso específico. También se ensayó el CBR de suelo natural de 2.37% y con la incorporación de CBR fue 6.86% de CCA, 5.88% de CBCA y 5.92% de CEV y finalmente se ensayó la resistencia de la compresión no confinada de suelo natural de 1.48 kg/cm<sup>2</sup> y con la incorporación fue CCA de 2.16 kg/cm<sup>2</sup>, 1.88 kg/cm<sup>2</sup> de CBCA y 2.05 kg/cm<sup>2</sup> de CEV. Se concluyó que con la incorporación de cenizas el CBR aumentó en un 134.00%, 79.81% y 48.92% con las cenizas respectivamente CCA, CBCA y CEV. Asimismo, la resistencia de la compresión no confinada aumento en 45.94%, 27.00% y 38.51% respectivamente en comparación del suelo natural. La mejor dosificación fue de 7.50% con una MDS baja y el contenido de humedad baja y controla los cambios volumétricos [14].

A continuación, se detallarán las teorías vinculadas con la investigación: El terrasil se desarrolló en la industria productos impermeabilizantes para suelos por la empresa Zydex Innovating for Sustainability, sus primeras aplicaciones se desarrollaron en la India en los años 2000, expandiendo su uso por las ventajas que ofrecía en las propiedades mecánicas e hidráulicas y físicas de los suelos, por los países de Nigeria, Colombia, Perú, México, España, Ecuador y Europa desde los años 2010. Al ser soluble con el agua es capaz de repeler el agua, impidiendo el ascenso de la capilaridad, logrando que la base del suelo sea impermeable desde

bases superiores. La dosificación empleada en 0.5kg/m<sup>3</sup> a 1kg/m<sup>3</sup> puede reducir la expansividad hasta un 90% y adicionando cemento incrementa a la humedad rápida y combinar con Zycobond mejora la cohesión y flexibilidad del suelo [15].



*Figura 4.* Llenado de cisterna con solución Terrasil.

Fuente: OPTIMASOIL Nanotechnology.

La ceniza atribuye parámetros óptimos a los suelos que presentan bajas propiedades físicas, proporcionando mejoras en la capacidad del CBR y soporte y mitigando la disposición de residuo, aprovechando al máximo [16]. Muchos de ellos son derivados de las actividades de producción agrícola o cambios estacionarios el cual no ganan algún valor económico [17]. Desde la década de los 80's se viene estudiando los comportamientos y atributos que genera incorporar la ceniza volante en la incorporación de morteros y concretos por las propiedades y durabilidad que les da a estas [18]. El eucalipto originario de Oceanía, Australia. Se data en Perú desde los años 1865 a través de la familia Ráez y Gómez sembrados en Huancayo, Junín. Se utilizaron gran cantidad de los troncos financiados por USAID en la minería y durante el Gobierno Militar de Juan Velasco Alvarado. Hoy en día es una de las plantas más medicinales por las mejorías en el sistema respiratorio. Es un buen fijador de dióxido de carbono a diferencia del Álamo y Roble [19]. La calcinación de la hoja de eucalipto se da en quemar en un horno de mufla y recipiente es muy relevante es en 600°C. El HP es 12.02 ya composición química de la ceniza hoja de eucalipto es la siguientes: [20].

COMPOSICIÓN QUIMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	31.258	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Óxido de Magnesio (MgO)	28.751	
Óxido de Calcio (CaO)	20.239	
Trióxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	6.530	
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	5.625	
Pentóxido de Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3.742	
Trióxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2.785	
Óxido de Manganeso (MnO)	0.357	
Trióxido de Azufre (SO <sub>3</sub> )	0.249	
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	0.231	
dióxido de Titanio (TiO <sub>2</sub> )	0.152	
Óxido de Zinc (ZnO)	0.036	
Dióxido de Zirconio (ZrO <sub>2</sub> )	0.025	
Bromuro (Br)	0.020	

*Figura 5.* Composición Química de la ceniza hoja de eucalipto

Fuente: Carrillo (2018).

Las cenizas volantes, según la normativa de España UNE-EN 450-1:2006 A1:2008, se conceptualiza como aquel “polvo fino con partículas cristalinas principalmente esféricas, producto de la combustión de carbón pulverizado”, con contenido puzolánico propiedades y que consiste principalmente en SiO<sub>2</sub> y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; la cantidad de SiO<sub>2</sub> reactivo, tal como se define y describe en la normativa EN 197-1, es de al menos un 25 % en masa. Antes de realizar la combustión, el carbón debe estar pulverizado mediante los molinos. Luego, con o sin combustible secundario, se alimenta al horno mediante una corriente de gas caliente a alta velocidad y en suspensión arde a una temperatura de 1500 ± 200 °C, que está por encima del punto de fusión de la mayoría de los metales disponibles. Durante este proceso, las partículas inorgánicas no se queman completamente y se producen partículas de ceniza. Las reacciones que ocurren dependen no solo de la temperatura del calentador, sino también del tipo de carbón, la finura de la molienda y la estabilidad de la zona caliente del calentador [21].

Compuesto	Cenizas con alto contenido de calcio	Cenizas con bajo contenido de calcio
SiO <sub>2</sub>	34,1	42,6-59,8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,2	21,8-34,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,2	6,3-18,1
CaO	38,0	2,8-7,0
SO <sub>3</sub>	4,2	0,19-1,9
MgO	1,5	1,2-2,6
K <sub>2</sub> O	1,4	0,38-6,0
Na <sub>2</sub> O	0,44	0,15-0,94
Sílice reactiva	30,9	0,94
Cal libre	17,1	Inapreciable-0,74
Carbono total	0,34	0,27-3,9

*Figura 6.* Porcentajes medio de los compuestos de cenizas con alto y bajo contenido de cal.

Fuente: Ficha técnica, CEDEX, España (2011).

Las cenizas volantes, es aquel insumo caracterizado como subproducto de la combustión del carbón en las centrales eléctricas, es el aditivo de cemento más utilizado en los Estados Unidos. Cuando se quema en un horno, la mayoría de los volátiles y el carbono del carbón se queman. Durante la combustión, las impurezas minerales del carbón, como la arcilla, el feldespato, el cuarzo y el esquisto, se funden en una suspensión y se eliminan de la cámara de combustión a través de los gases de combustión [22].

Las cenizas volantes, es aquel insumo obtenido de los residuos descompuestos del proceso de combustión del carbón, en forma de grumos o polvo, que se descargan del almacenamiento por los gases de escape. Las cenizas volantes no se usan mucho en nuestro país, esto debido a la falta de información sobre sus ventajas en el concreto, y en países con tecnología de rápido desarrollo, las cenizas volantes se han utilizado como subproducto en la producción de cemento y se han agregado al concreto [23].

Descripción de muestra	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %
Ceniza volante	54.32	25.36	0.18	0.05	1.18	0.03	1.27	1.93	0.05

Figura 7. Características químicas de la ceniza volante.

Fuente: Laboratorios analíticos del sur E.I.R. Ltda – Arequipa.

Los conceptos del terrasil es conocido actualmente como un aditivo para suelos que mejor comportamiento tiene, formado al 100% por organosilanos, siendo capaz de repeler el agua, eliminando gradualmente el hinchamiento y controlando la absorción de suelos, mejoran los datos de densidad y compactación en obra. Por lo que se dice que es un muy buen agente impermeabilizante para suelos, donde aportan muchas ventajas respecto a la estabilización tradicional en suelos [24].

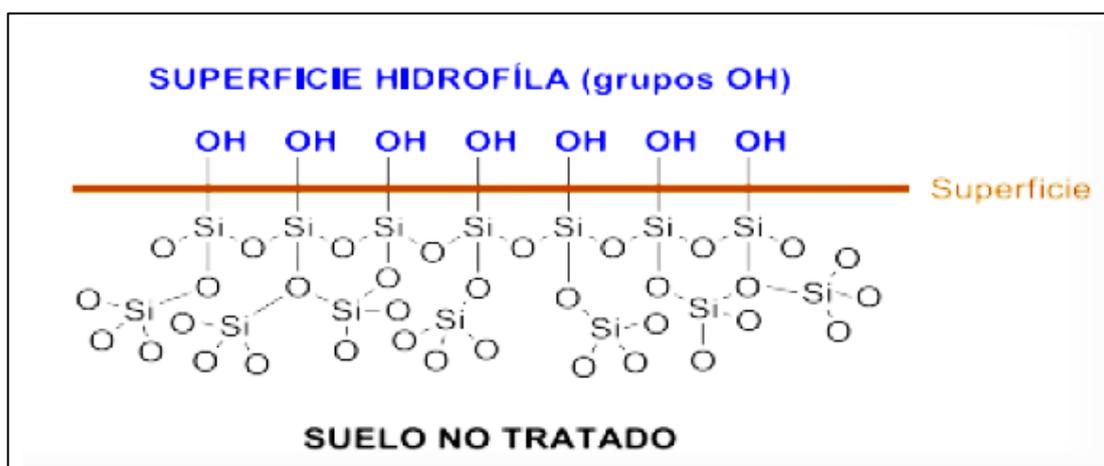


Figura 8. Acción del agua en la capa de rodadura de una vía sin pavimentar.

Fuente: ZYDEX, 2018.

La dosificación se define como una proporción, que está sujeta a la granulometría del suelo, para usar un determinado porcentaje del aditivo terrasil 0.5 kg/m<sup>3</sup>, 0.75 kg/m<sup>3</sup> y 1.4 kg/m<sup>3</sup> el total de agua para compactar incluido el aditivo no debe pasar a la cantidad requerida para la mezcla [25]. También se puede decir que es un organosilano impermeable a nanoescala, reactivo, estable y soluble en agua, y su uso en la estabilización de suelos se entiende como la mejora de las propiedades mecánicas e hidráulicas y preservar estas propiedades de la erosión hídrica, resistente con el paso del tiempo y carga de trabajo [26].

Finalmente se menciona que es un tipo de aditivo químico estabilizador para suelos, soluble en agua y resistente a la radiación UV. Conformada en base a nanocompuestos de Sílice, cuya característica principal es de diluir el agua, mantener la transpirabilidad y reducir la expansividad de los suelos [27]. En nuestro país se rige por ciertas normas estipuladas por el MTC para el empleo de agentes estabilizadores que se determinarán por el tipo de suelo y las restricciones que se optará para cada tipo de estabilización [28].

**Tabla 1. Guía para la elección del tipo de estabilizador.**

ÁREA	CLASE DE SUELO	TIPO DE ESTABILIZADOR RECOMENDADO	RESTRICCIÓN EN LL Y IP DEL SUELO	RESTRICCIÓN EN EL PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA 200	OBSERVACIONES
1A	SW ó SP	(1) Asfalto			
		(2) Cemento Pórtland			
		(3) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1B	SW - SM ó SP - SM ó SW - SC ó SP - PC	(1) Asfalto	IP no excede de 10		
		(2) Cemento Pórtland	IP no excede de 30		
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1C	SM ó SC ó SM-SC	(1) Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	
		(2) Cemento Pórtland	(b)		
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2A	GW ó GP	(1) Asfalto			Solamente material bien graduado.
		(2) Cemento Pórtland			El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2B	GW - GM ó GP - GM ó GW - GC ó GP-GC	(1) Asfalto	IP no excede de 10		Solamente material bien graduado.
		(2) Cemento Pórtland	IP no excede de 30		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2C	GM ó GC ó GM - GC	(1) Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	Solamente material bien graduado..
		(2) Cemento Pórtland	(b)		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Ceniza	IP no excede de 25		
3	CH ó CL ó MH ó ML ó OH ó OL ó ML-CL	(1) Cemento Pórtland	LL no menor de 40 IP no menor de 20		Suelos orgánicos y fuertemente ácidos contenidos en esta área no son susceptibles a la estabilización por métodos ordinarios
		(2) Cal	IP no menor de 12		
IP = Índice Plástico (b) $IP = 20 + (50 - \text{porcentaje que pasa la Malla N}^\circ 200) / 4$			Sin restricción u observación No es necesario aditivo estabilizador	Fuente: US Army Corps of Engineers	

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

El concepto de la subrasante; se define como la superficie del pavimento terminado en el nivel de excavación (corte y relleno) sobre el cual se ubica el pavimento o estructura de pavimento. El terraplén es la ubicación directa de la estructura del pavimento y forma parte del prisma de la carretera, construido entre un terreno naturalmente plano o explanado y la estructura del pavimento [29].

Es una capa contenida en la superficie natural, además de actuar como soporte del pavimento. Al diseñar el pavimento, es necesario determinar la capa del subsuelo y luego realizar pruebas de campo y laboratorio para obtener las propiedades del suelo. Si el suelo de la subrasante está sometida a cambios de volumen puede dañar seriamente su estructura, por lo que se necesitan algunos aditivos para estabilizar el suelo [30].

Por lo tanto, la estabilización de los suelos a nivel de la subrasante está relacionada con el acabado de la superficie de la estructura del pavimento, la misma textura se agregó posteriormente, lo que demuestra que es parte de la calzada para mejorar las características físicas del pavimento entre el suelo naturalmente plano y la superficie de la carretera. Las estructuras de pavimento utilizan aditivos (químicos, naturales o sintéticos) para mejorar o aumentar sus propiedades físicas, es decir, proporcionar mayor resistencia al suelo y, por lo tanto, mayor resistencia que. Debe comprobarse en el fondo mediante medición, pozos de exploración o trincheras de al menos 1,5 m de profundidad; El número mínimo de excavaciones por kilómetro se da en la siguiente tabla [31]:

**Tabla 2.** Número de calicatas para exploración de suelos.

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 calicatas x km</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA $\leq$ 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 calicata x km</li> </ul>	

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

El concepto de las propiedades físicas del suelo son debido a las características que particularmente lo identifican, desde una misma clase o categoría, alguna de estas son sus graduaciones granulométricas, límites de consistencia, humedad, así como también la cohesión y su conformación estructuralmente, los tamaños del grano del suelo, en materiales arcillosos poseen características mineralógicas de las partículas aún más pequeñas [32].

La plasticidad es aquella propiedad física del suelo que cuando se presiona bajo condiciones de humedad constante, debe formar y mantener una nueva forma, no perder volumen ni colapsar, mantenerse siempre dentro de un cierto rango de humedad, no perder masa o fracturarse [33]. Atterberg, es el autor pionero en relacionar la plasticidad del suelo con la humedad, expresada como el peso seco de la muestra, llamó la atención sobre cómo drena el suelo, el rango de humedad en el que funciona el suelo [34]. El límite plástico se puede describir como un material que resiste rápidamente la deformación sin recuperar la elasticidad, acepta cambios de volumen y no colapsa ni se rompe, ya que depende de la humedad cuando se hunde [35]. También se caracteriza los rangos del contenido de humedad para cada tipo de suelo con la que se determina su comportamiento plástico, que puede moldearse sin que se agriete ni se desmorone [36].

**Tabla 3.** *Valores típicos de consistencia del suelo.*

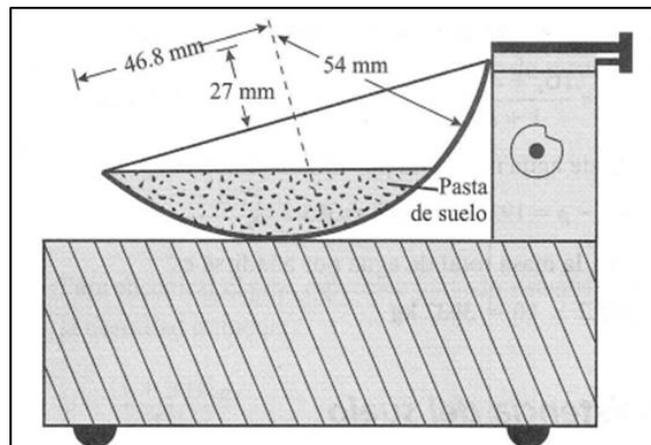
PARÁMETRO		TIPO DE SUELO		
		Arena	Limo	Arcilla
LL	Límite líquido	15 - 20	30 - 40	40 - 150
LP	Límite plástico	15 - 20	20 - 25	25 - 50
LR	Límite de retracción	12 - 18	14 - 25	8 - 35
IP	<b>Índice de plasticidad</b>	<b>0 - 3</b>	<b>10 - 15</b>	<b>10 - 100</b>

Fuente: Bañon y Beví (2000).

El límite líquido es la capacidad de humectación mínima requerida para reducir la masa del suelo a un estado semilíquido con cohesión despreciable. En este sentido, el contenido de humedad puede considerarse como el límite de saturación [37]. Por otro lado, se detecta por el método de la cuchara de Casagrande, que consiste en determinar la cantidad mínima de agua que puede contener 0,40 g de masa seca de suelo al pasar por el tamiz [38].

Dónde el LL expresa el contenido de humedad en porcentaje (%), donde el suelo se halla en el límite entre el estado líquido y plástico [39]. El material retenido en el tamiz de 425  $\mu\text{m}$  se elimina para la prueba de límite líquido (malla #40), luego extiende una porción de la muestra en un vaso de precipitados de cobre, dividiéndola por la mitad con una herramienta que se agrieta cada 13 mm (1/2 pulgada) cuando la copa se deja caer 25 veces desde una altura de 1 cm, porque cada dos veces en segundos. Se requieren tres o más pruebas para diferentes niveles de humedad [40].

Para este proceso se debe mezclar y almacenar en recipientes y estas serán utilizados para mezclar muestras de suelo (materias primas) y para almacenar materiales preparados. Durante la mezcla y el almacenamiento, el tanque de almacenamiento no contaminará el material de ninguna manera y evitará la pérdida de humedad en el proceso [41].



*Figura 9.* Dispositivo Limite Liquido operado a mano.

Fuente: Braja M. Das (2001).

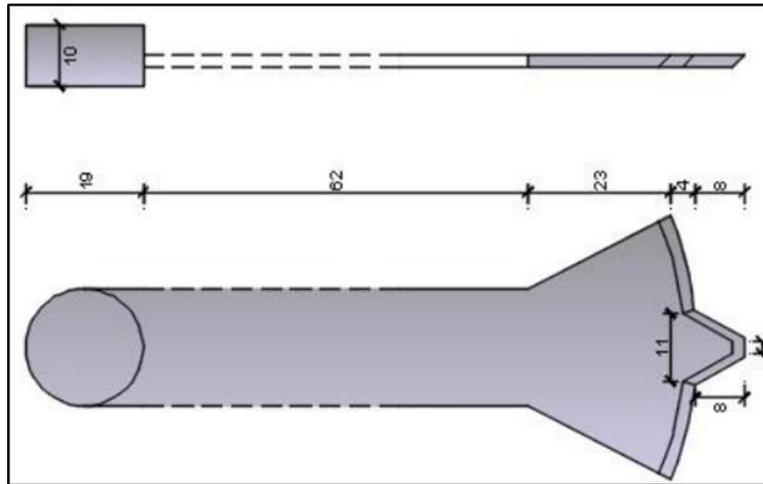


Figura 10. Ranurador Trapezoidal.

Fuente: Casteletti (2018).

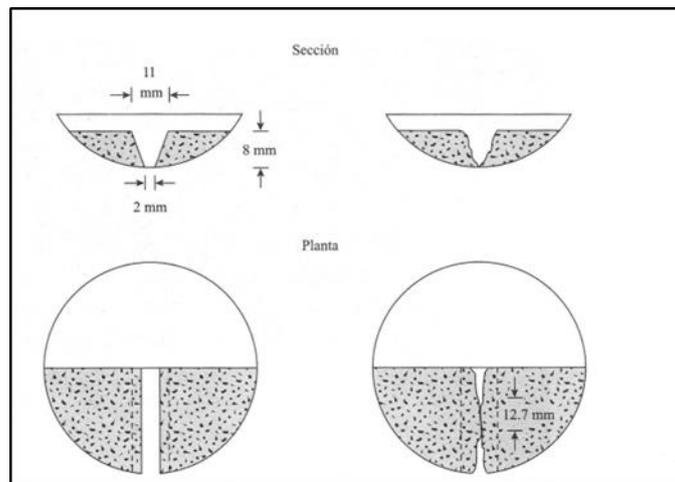


Figura 11. Dimensiones de la ranura en la copa de Casagrande.

Fuente: Braja M. Das (2001).

Por otro lado, el límite plástico LP es la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de 3.2 mm (1/8 pulg) de diámetro, sin que se desmoronen. Se considera 20 g de muestra tomar una porción de 1.5 g a 2.0 g. Enrollar la masa entre la palma o de los dedos en una placa de vidrio con la presión necesaria, en no más de 2 minutos, y se determina la humedad que corresponde al límite plástico [42]. De la misma manera se menciona de manera extraña: dado que se enumera como la humectabilidad mínima del suelo que se puede tomar con un cilindro de 3 mm sin agrietarse, tome dos medidas y encuentre el valor promedio [43]. Aparte de esto, se especifica como un porcentaje del volumen de agua cuando está presente,

siendo el mínimo la fase moldeable de la muestra, y tiene un control simple ya que la tierra ovalada generalmente se enrolla sobre una placa de vidrio [44].

Entre los instrumentos utilizados en la prueba de límite plástico se encuentran: cuchara, con plato plástico de 75-100 mm (3" - 4") y 20 mm (3/4") de largo), maletín de transporte, una balanza, un reciprocador, horno, tamiz (No. 40), agua destilada, reloj de arena y superficie giratoria, para el límite plástico, se usan alrededor de 20 g del tamiz de pase de muestra No. 40. En la prueba de líquido limitado, donde se usa se presiona con agua destilada agua hasta que la mezcla forme fácilmente gránulos, tome de 1,5 g a 2,0 gramos de estas bolas como muestra de prueba [45].



*Figura 12.* Prueba de limite plástico.

Fuente: Mario Becerra Salas (2012).

$$IP = LL - LP$$

*Figura 13.* Formula del cálculo de índice de plasticidad.

Fuente: MTC E-111, NTP 339.129.

Donde:

- IP= índice de plasticidad.
- LL=limite líquido.
- LP= limite plástico

**Tabla 4.** Clasificación de suelos el índice de plasticidad.

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

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

El concepto de propiedades mecánicas son las propiedades que describen la reacción o comportamiento que las masas de suelos cuando estos estén sometidos a diferentes tipos de fuerzas externas el cual son aplicadas sobre las mismas, alguna de ellas es: la capacidad de drenar el agua, compresión, resistencia al corte y la capacidad de soporte o portante [46]. Así mismo, las propiedades mecánicas se manifiestan bajo aplicaciones de sollicitaciones externas y son consolidación, resistencia al corte módulo de deformación [47]. Así mismo se conceptualizará el término de MDS corresponde a la mayor densidad que puede alcanzar un suelo al aplicar el OCH mediante el ensayo de energía de compactación normado [48].

Del ensayo de Proctor modificado obtenemos el: OCH de la cual definiremos como aquel contenido de agua donde el suelo al recibir energía mecánica de compactación al máximo peso unitario seco usando la energía de compactación. La máxima Densidad Seca (MDS) es el valor expresado por la curva de compactación del ensayo aplicándole un esfuerzo modificado [49]. De la misma manera se habla de la relación que existe entre la humedad y la densidad del suelo compactado, el cual es un factor muy importante ya que la variación de la humedad puede ser perjudicial y afectar el estado de la máxima densidad seca perdiendo las principales propiedades mecánicas. El valor de OCH dependerá siempre del tipo de energía de compactación que se infringe sobre el suelo, y en caso incrementarse esta, teniendo mientras se elevada la máxima densidad seca el OCH será menor [50]. Del mismo modo, las densidades pueden adoptar varios métodos de compresión dependiendo de la humedad del suelo, y el contenido que produce la unidad de masa seca óptima (densidad) se denomina contenido máximo de

humedad, generalmente reduce el punto de fluencia cuando la compresión está por debajo del límite plástico [51].

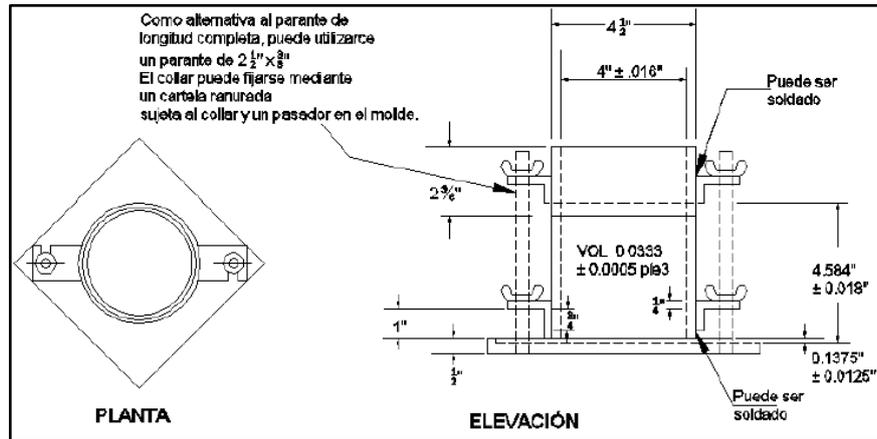


Figura 14. Molde cilíndrico de 6.0 pulg para el ensayo de Proctor modificado.

Fuente: Manual de ensayos de material, MTC E-115.

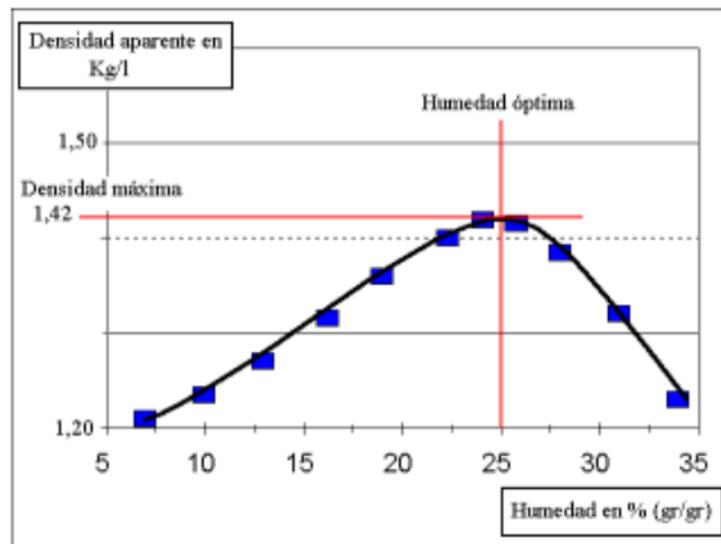


Figura 15. Curva del ensayo de Proctor modificado.

Fuente: Becerra (2012).

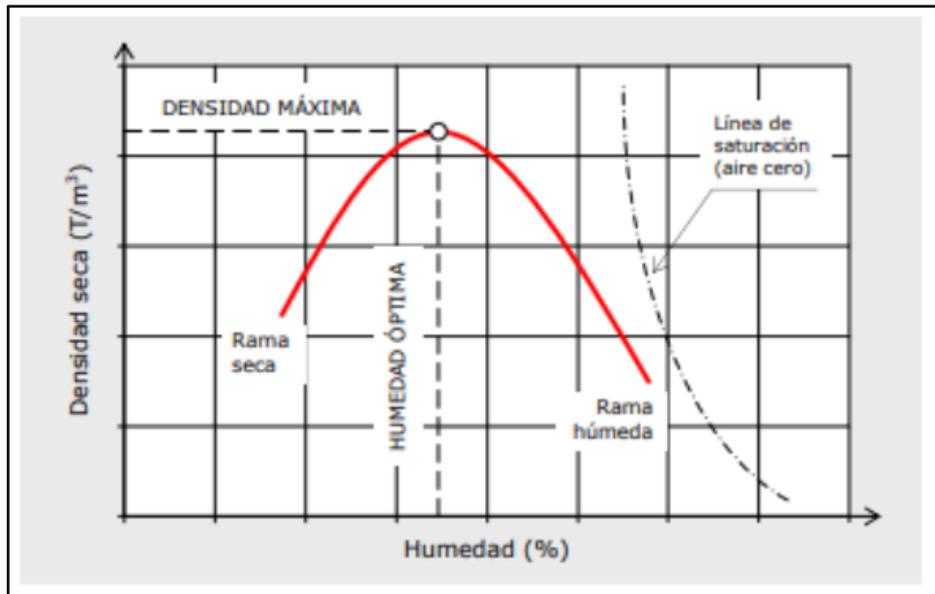


Figura 16. Curva Humedad-densidad seca.

Fuente: Bañón y Devia (2000).

El CBR describe como el conjunto de procedimientos que al efectuar el ensayo se calculan la resistencia de un suelo o llamada también la Relación del Soporte de California, que es más conocida a nivel mundial como CBR. Este ensayo es producto de las correlaciones de los valores de clasificación de suelos AASHTO comparándolos con el índice de grupo (IG). La cual sirve y es de gran importancia para determinar el estado de la subrasante en la que se encuentra dicho suelo; determinando así la resistencia al esfuerzo cortante, obteniendo además mediante este ensayo otros valores como la humedad y la MDS de los CBR al 95% y 100% respectivamente, estos valores nos servirán para verificar la resistencia de subrasantes, bases y subbases de materiales de préstamos o propios en una obra. El índice de resistencia se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, subbase y de afirmado [52].



Figura 17. Ensayo de CBR en laboratorio.

Fuente: [http://www.gyscajamarca.com/servicios\\_Laboratorio\\_Suelos.htm](http://www.gyscajamarca.com/servicios_Laboratorio_Suelos.htm)

Después de determinar los valores CBR del diseño, para cada sector funcional homogéneos, a clasificar por industria o a qué tipo de sustrato parte de la siguiente manera [53].

**Tabla 5.** Categorías de la subrasante.

Categorías de Sub rasante	CBR
S <sub>0</sub> : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

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

**Tabla 6.** Número de ensayos del CBR según el Tipo de Carretera.

Tipo de Carretera	N° M <sub>R</sub> y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 M<sub>R</sub> cada 3 km y 1 CBR cada 1 km</li> </ul>
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 1.5 km se realizará un CBR</li> <li>• (*)</li> </ul>
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 2 km se realizará un CBR</li> <li>• (*)</li> </ul>
Carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 3 km se realizará un CBR</li> </ul>

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

### **III.METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

Al elegir el tipo de investigación en la cual se provee que una exploración del tipo aplicada nos dé respuestas de acuerdo para resolver los problemas explícitos, en la cual generar especulaciones no es el caso debido a que se determina múltiples propósitos en un determinado sector de la realidad [54]. El presente trabajo de investigación será del tipo aplicada porque contiene características de la ejecución de conceptos y teorías definidas sobre el comportamiento de las adiciones sobre los suelos a nivel de subrasante del camino vecinal de tanto así del terrasil como de la ceniza de hojas de eucalipto. Se presentarán diferentes factores se estiman, pero luego se determinará con las pruebas teóricas y la utilización de instrumentos medibles, y se evaluará su aclaración.

##### **Enfoque de investigación**

Se hace mención el tipo de enfoque cuantitativo porque es donde se usarán datos para realizar pruebas de hipótesis de la investigación en función a una medición numérica y análisis estadístico, con la finalidad de determinar o probar teorías y establecer pautas de comportamiento [55]. Debido a lo mencionado la presente se orienta a ser un estudio con enfoque cuantitativo debido a que se realizaran ensayos en laboratorio para la recolección de datos numéricos de las diferentes propiedades físicas y mecánicas de los suelos a nivel de la subrasante en análisis, para luego así analizarlos estadísticamente en conjunto con las diferentes adiciones de terrasil y ceniza de hojas de eucalipto.

##### **El diseño de la investigación**

Se menciona que una investigación es experimental cuando es forzado a la actividad sobre determinados objetos o compuestos de individuos, en la cual el investigador controla las variables en estudio bajo ciertas condiciones específicas para luego dar respuesta a las mismas [56]. La presente investigación tendrá un diseño experimental, debido a que se tendrá un control deliberado para poder conocer resultados de las variables estudiadas para luego poder analizarlas, esto

debido a que se genera una relación de causa-efecto. De la cual la presente investigación también será un diseño cuasiexperimental, ya que a diferencia de los experimentales puros se ejerce un escaso control sobre las variables u objetos de estudio se pueden asignar de manera aleatoria a los grupos y algunas ocasiones se tiene un grupo de control [57]. Como es el caso particular de la presente investigación será de cuasi experimental debido a que la variable dependiente propiedades del suelo a nivel de subrasante será el máster y las variables independientes como terrasil en conjunto con la ceniza de hojas de eucalipto, la cual se podrá manipular.

### **El nivel de la investigación**

Se menciona porque responde a la interrogante ¿Por qué?, es decir que en este tipo de estudio podemos llegar a conocer del porque sucede un fenómeno o hecho sobre la realidad, mostrando características, cualidades, propiedad, porque muestra a las variables estudiadas tal y como es [58]. El nivel de investigación será explicativo, esto porque daremos a conocer las causas o factores que producen al añadir el terrasil en conjunto con la ceniza de hojas de eucalipto sobre los diferentes tipos de suelos a nivel de subrasante del camino vecinal Socos – Yanayacu del distrito de Socos.

### **3.2 Variables y operacionalización**

La variable se define como aquel factor libre en el que el investigador manipula de manera deliberado para ver si sus modificaciones, variaciones o ajustes causan cambios en los diversos factores existentes [59]. Es así como para la presente investigación se basa fundamentalmente en la relación causa-efecto y se pudo identificar las siguientes variables:

- Variable independiente I: Terrasil.
- Variable independiente II: Ceniza de hojas de eucalipto.
- Variable dependiente: Subrasante.

Sobre la operacionalización de las variables de estudio se definen como la comparación de grupos independientes o de muestras relacionadas, es debido a

eso que una variable tiene una denominación de asociación y supervisión [60]. (Ver matriz de operacionalización en el anexo 01).

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

Se define como el agrupamiento de todos los elementos (llamado también unidad de análisis) que pertenecen a un determinado espacio y donde se desarrolla el trabajo de investigación [61]. La población de la investigación estará conformada por los suelos de la subrasante del camino vecinal Socos – Yanayacu del distrito de Socos, Huamanga, Ayacucho, de la cual posteriormente se realizarán los diferentes ensayos indicados y de la misma manera con la adición de terrasil en conjunto con la ceniza de hojas de eucalipto.

#### **Muestra**

Es el parte o porción representativa de la población de estudio, cuyas características particulares son las de ser objetiva reflejando de manera intacta de ella, de modo que los resultados que se obtengan de las muestras pueden generalizarse a todos los demás elementos que conforman dicha población [62]. La muestra para la presente investigación está conformada por las muestras de suelos extraídas a nivel de subrasante de las 07 calicatas del camino vecinal Socos – Yanayacu del distrito de Socos.

#### **Muestreo**

El tipo de muestro es en el que no se basa en la equi-probabilidad. Son herramientas en las que se basa diferentes criterios de selección como es el conocimiento previo del investigado, con el único propósito de seleccionar una muestra representativa posible [63]. La selección del muestro para la presente investigación será del tipo no probabilístico o basando también por el criterio, con soporte de la experiencia sobre la población de los caminos vecinales del distrito de Socos, y donde se realizará la selección bajo criterio el camino vecinal a nivel de los suelos de la subrasante para el respectivo análisis.

### **Unidad de análisis**

Se menciona cada uno de los diferentes elementos que conforman la base fundamental de la muestra y por consiguiente también de la población en estudio [64]. Para la presente investigación se tendrá como unidad de análisis la muestra más crítica de las 03 muestras de las calicatas de los suelos a nivel de la subrasante respecto a los valores a obtener del ensayo de capacidad de soporte CBR del camino vecinal Socos – Yanayacu del distrito de Socos.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas**

Son aquellos procedimientos o a la utilización de diversidad de técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas por el investigador para desarrollar con la investigación y obtener los objetivos planteados [65]. La técnica para emplearse en la presente investigación será como primero la observación, esto debido a que se recopilará información y registros de datos para luego dar paso al procesamiento y transformarlo en información.

#### **Instrumento de recolección de datos**

Se define como un proceso sistemático y de búsqueda, el cual solo se hace posible por medio de la aplicación de instrumentos de investigación. Tales instrumentos harán posible una buena recopilación de información o datos para luego poder procesarlas y obtener conocimientos verdaderos [66]. Para las variables en estudio se utilizarán diferentes instrumentos como son las fichas técnicas de los ensayos normalizados para así poder determinar la influencia de la adición de terrasil y ceniza de hojas de eucalipto en los suelos a nivel de subrasante del camino vecinal Socos – Yanayacu del distrito de Socos. (Ver anexo 03)

#### **Validez**

Es aquel atributo en el que se mide la veracidad de los instrumentos utilizados con objetividad, precisión y autenticidad de aquella variable que se desea medir o de las diferentes variables en estudio [67]. Para la presente investigación estará validada por el juicio de profesionales de la ingeniería civil, de la cual se validará como mínimo 03 firmas de expertos o especialistas en la línea de

investigación, la cual de todas maneras garantizará un mejor sustento técnico a los instrumentos planteados. (Ver anexo 04)

### **Confiabilidad de instrumentos**

La definición de confiabilidad es porque se le atribuye una cualidad o propiedad de un instrumento de medición empleada, de la cual nos permitirá obtener los mismos resultados, al aplicarse en una o más ocasiones al mismo objeto de estudio, pero en diferentes periodos de tiempo [68]. Para la presente se relacionará la confiabilidad con fichas de certificados de calibración de cada equipo utilizado para la realización de los diferentes ensayos en laboratorio, con el único propósito de garantizar la calidad y veracidad de los resultados obtenidos. (Ver anexo 05)

### **3.5 Procedimientos**

En el tramo en estudio se realizó la adaptación de la metodología de recolección de información de manera de visual in-situ y buen análisis documental de fichas técnicas de los ensayos realizados en laboratorio dándonos a comprender de mejora manera la realidad problemática del lugar, la manipulación del material de los suelos a nivel de Subrasante. Como primera etapa de la recolección de información se visualizó el tramo en estudio, identificado la progresivas y calicatas con a una excavación de 1.50m, como indica la norma MTC-2014, de la cual se pudo observar los diferentes estratos que conforman los suelos en el camino vecinal del tramo Socos – Yanayacu, además de las exploraciones realizadas mientras se hizo el recorrido por todo el tramo, y de las cuales se recolecto material en cantidad necesaria para la realización de los diferentes ensayos en laboratorio al suelo natural y de la misma manera con las dosificaciones planteadas con terrasil, y terrasil en conjunto con la ceniza de hojas de eucalipto. A la par se realizó el conteo vehicular para caracterizar el tipo de carretera según indica la normativa del MTC-2014, y justificar la cantidad de muestras a ensayar, y de la misma manera se realizó la recolección de hojas de eucaliptus en cantidad necesaria de acuerdo con las dosificaciones planteaas y así realizar los diferentes ensayos.

Posterior a los trabajos realizados en el tramo en estudio y trasladar las muestras al laboratorio, se inició los ensayos como contenido de humedad natural, granulometría por tamizado, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, teniendo estos resultados luego se pudo clasificar los tipos de suelos (AASHTO y SUCS). A la par se realizó la incineración de la ceniza de hojas de eucalipto, de la cual se obtuvo la cantidad necesaria de acuerdo con las dosificaciones propuestas (5%,10% y 15%), obteniendo sus características químicas, para continuar con los demás ensayos de plasticidad, Proctor modificado y CBR al suelo con la adición de terrasil (0.8 lt/m<sup>3</sup>, 1.20 lt/m<sup>3</sup> y 1.6 lt/m<sup>3</sup>) y terrasil en conjunto con la ceniza. De la cual se determinará con las dosificaciones ejecutadas la mejora alternativa de acuerdo con el tipo de suelo encontrado en el sector más crítico de todo el tramo de la carretera Socos – Yanayacu.



*Figura 18.* Conteo vehicular en el tramo de estudio, día 01.

Fuente: Elaboración propia.



*Figura 19.* Conteo vehicular en el tramo de estudio, día 03.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 20. Vista de la calicata 01 del km 0+000.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 21. Vista de la calicata 03 del km 1+000.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 22. Vista de la calicata 05 del km 2+000.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 23. Vista de la calicata 07 del km 3+100.

Fuente: Elaboración propia.

### Clasificación de suelos: Tramo 0+000 – 3+160

Se realizó la inspección de 07 calicatas, registrándose cada 0.5km, de acuerdo con la categoría del tramo que se considera una carretera de bajo volumen de tránsito, la norma MTC-2014 (Sección suelos y pavimentos), nos exige 1 calicata x cada 1km de carretera a explorar, con lo que para la presente investigación se cumple con lo mínimo exigido con la normativa, además de tener mejor información de la caracterización de los tipos de suelos, a continuación, se muestra el resumen:

**Tabla 7.** Resumen de calicatas y suelos explorados en el tramo de estudio.

Calicata	Progresiva	Estrato / Muestra	Espesor de capa (m)	Profundidad (m)	Tipo de suelo
C-01	0+000	E-01	1.50	1.50	Arcilla ligera arenosa
C-02	0+500	E-01	0.20	1.50	Cobertura organica
		E-02	1.30		Arcilla ligera arenosa
C-03	1+000	E-01	0.20	1.50	Cobertura organica
		E-02	1.30		Arcilla ligera arenosa con grava
C-04	1+500	E-01	0.20	1.50	Cobertura organica
		E-02	1.30		Arcilla ligera arenosa con grava
C-05	2+000	E-01	0.20	1.50	Cobertura organica
		E-02	1.30		Arcilla ligera arenosa
C-06	2+500	E-01	0.40	1.50	Cobertura organica
		E-02	1.10		Arcilla ligera arenosa
C-07	3+100	E-01	0.20	1.50	Cobertura organica
		E-02	1.30		Arcilla ligera arenosa con grava

Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera se tomó la ubicación de las calicatas, registrado en el sistema Datum UTM WGS84 Zona 18 L, tomando sus coordenadas respectivas y cota.

**Tabla 8.** Coordenadas de las calicatas en el tramo de estudio.

Calicata	Progresiva	Este (m)	Norte (m)	Cota (m)
C-01	0+000	576439.14	8538976.54	3403
C-02	0+500	576421.80	8539446.10	3388
C-03	1+000	576337.90	8539794.21	3337
C-04	1+500	576398.37	8540236.43	3330
C-05	2+000	576301.48	8540656.01	3357
C-06	2+500	576192.27	8541108.18	3266
C-07	3+100	576461.92	8541469.68	3258

Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera se muestra los resultados de ensayos de clasificación de suelos del tramo, como son características granulométricas y plasticidad, de las 07 calicatas analizadas:

**Tabla 9.** *Resumen de ensayos de plasticidad de los suelos (natural).*

Calicata	Progresiva	Estrato	Limite liquido LL (%)	Limite Plastico LP (%)	IP (%)
C-01	0+000	E-01	40.6	23.1	17.5
C-02	0+500	E-02	41.5	21.1	20.4
C-03	1+000	E-02	39.7	24.8	14.9
C-04	1+500	E-02	39.6	23.3	16.3
C-05	2+000	E-02	29.4	19.7	9.7
C-06	2+500	E-02	28.6	19.7	8.9
C-07	3+100	E-02	39.5	23.0	16.5

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 10.** *Resumen de ensayos de clasificación de los suelos (natural).*

Calicata	Progresiva	Estrato	AASTO	IG	SUCS	Tipo de suelo
C-01	0+000	E-01	A-7-6	(11)	CL	ARCILLA LIGERA ARENOSA
C-02	0+500	E-02	A-7-6	13	CL	ARCILLA LIGERA ARENOSA
C-03	1+000	E-02	A-6	5	CL	ARCILLA LIGERA ARENOSA CON GRAVA
C-04	1+500	E-02	A-6	7	CL	ARCILLA LIGERA ARENOSA CON GRAVA
C-05	2+000	E-02	A-4	5	CL	ARCILLA LIGERA ARENOSA
C-06	2+500	E-02	A-4	5	CL	ARCILLA LIGERA ARENOSA
C-07	3+100	E-02	A-6	5	CL	ARCILLA LIGERA ARENOSA CON GRAVA

Fuente: Elaboración propia.

### Ensayos de Proctor modificado y CBR en laboratorio

Se realizó los ensayos de Proctor modificado y CBR en laboratorio cada 1.5km del tramo, por lo que se tiene mejor información de la capacidad de soporte, para así poder determinar qué sector del tramo en estudio es considerado como crítico y es ahí donde se aplicara la estabilización con las adiciones de terrasil, terrasil y ceniza de hojas de eucalipto.

**Tabla 11.** *Resumen de ensayos de Proctor modificado (natural).*

Calicata	Progresiva	Estrato	Maxima densidad seca MDS (gr/cm3)	Optimo contenido de humedad OCH (%)
C-01	0+000	E-01	1.792	13.4
C-04	1+500	E-02	1.841	13.4
C-07	3+100	E-02	1.767	14

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 12.** *Resumen de ensayos de CBR en laboratorio (natural).*

Calicata	Progresiva	Estrato	CBR al 100% MDS 0.1" (2.5mm)	CBR al 95% MDS 0.1" (2.5mm)	Expansión (%)
C-01	0+000	E-01	5.8	3.5	0.04
C-04	1+500	E-02	9.7	6.0	0.04
C-07	3+100	E-02	9.5	6.2	0.04

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la tabla 12, el CBR más crítico se presenta en la calicata 01 (km 0+000) con valor menor al 6%, que es lo mínimo que exige la norma del MTC-2014, y de acuerdo con las inspecciones se toma como tramo crítico del km 0+000 hasta el km 0+750, por lo que la adición y estabilización se aplica a la calicata 01 (km 0+000).

También se realizó la recolección de hojas de eucalipto, para poder inclinarlas y posteriormente activarlas en laboratorio, sacando sus propiedades químicas de los componentes de la muestra final, a continuación, se muestra el proceso de recolección y las características químicas de la ceniza de hojas de eucalipto



*Figura 24.* Recolección de hojas de eucalipto.

*Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 25.* Vista de hojas de eucalipto recolectadas.

*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 13.** *Composición química de la ceniza de hojas de eucalipto.*

<b>Características y Propiedades</b>	<b>Porcentaje</b>
Humedad (%)	1.16
Fósforo (% P)	1.13
Potasio (% K)	0.12
Calcio (% Ca)	26.6
Magnesio (% Mg)	4.2
Azufre (% S)	0.02
Carbonatos (% CO <sub>3</sub> )	42.3
Ph	12.86
Inciniración en muflta	600 °C

*Fuente: Elaboración propia.*

### **3.6 Método de análisis de datos**

Serán necesarias para los diferentes procesamientos de la información obtenida programas como son: Auto Cad 2020, Civil Cad 3d 2020, Google Earth Pro-2021, para poder plasmar mediante figuras temáticas en los planos y mapas necesarios de acuerdo con la necesidad de la presente investigación, además se utilizará el programa Microsoft 365 Excel para hacer los diferentes cálculos de los ensayos y para la comprobación de hipótesis el programa estadístico SPSS.

### **3.7 Aspectos éticos**

Los investigadores (tesistas) nos comprometemos a cumplir con los aspectos éticos necesarios como la veracidad, honestidad para dar el fiel cumplimiento de los resultados obtenidos, asimismo respetando la información empleada en los antecedentes citándolos de manera correcta a los investigadores, respetando la propiedad intelectual ajena. Además, la presente investigación estará en conformidad de las diferentes normas técnicas para la realización de los ensayos como muestra el Manual de Ensayos de Material del Ministerio de Transportes (2019), Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos (EG-2013), así mismo con la guía de Elaboración de tesis de la Universidad Cesar Vallejo y con la norma ISO 690:2010.

## IV. RESULTADOS

### Descripción de la zona de estudio

#### Ubicación política

La carretera del tramo Socos – Yanayacu, políticamente se encuentra ubicada de la siguiente manera:

- Departamento : Ayacucho
- Provincia : Huamanga
- Distrito : Socos
- Lugar : Tramo Socos - Yanayacu

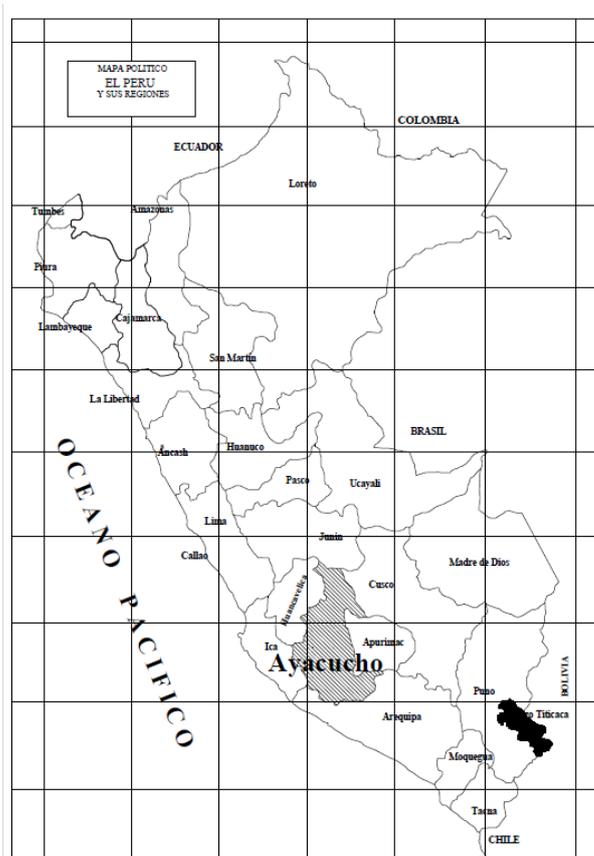


Figura 26. Mapa político del Perú.  
Fuente: Elaboración propia.

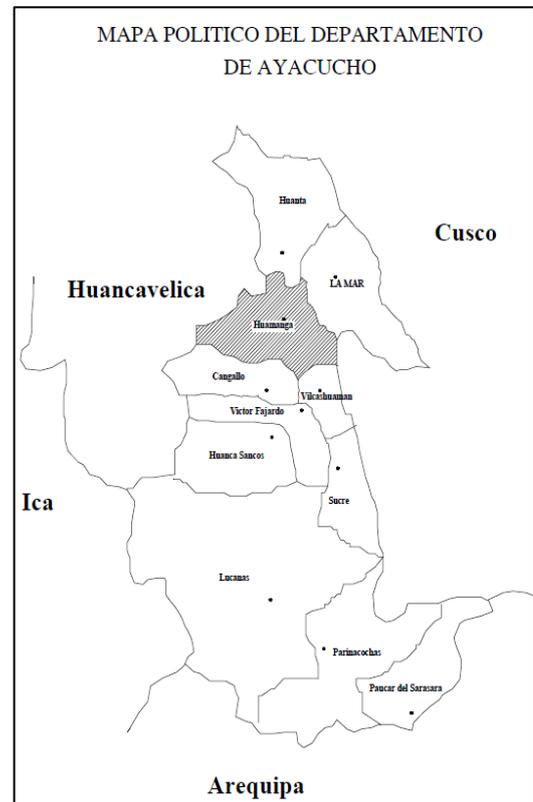


Figura 27. Mapa político del departamento de Ayacucho.  
Fuente: Elaboración propia.

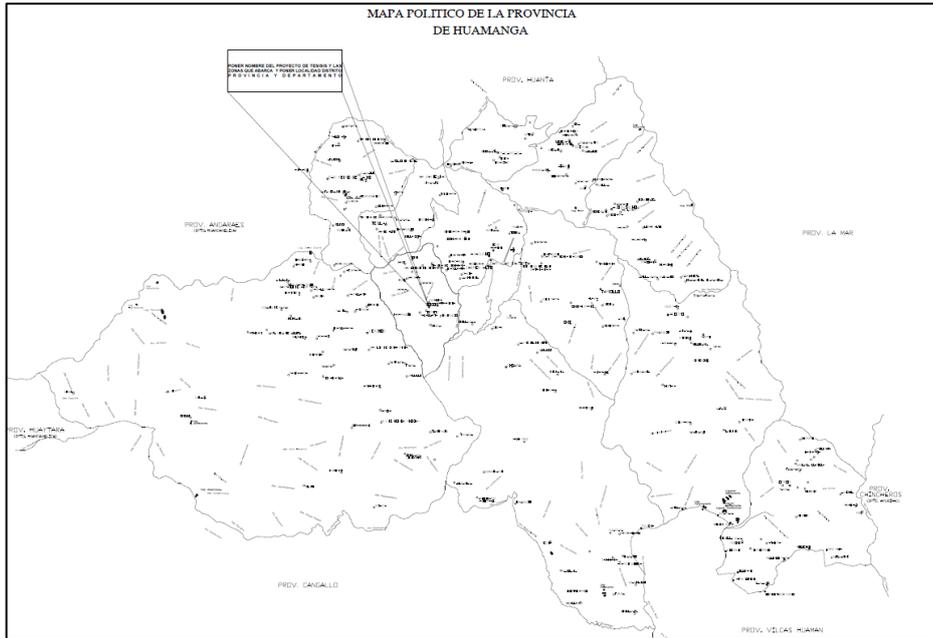


Figura 28. Mapa político de la provincia de Huamanga  
Fuente: Elaboración propia.

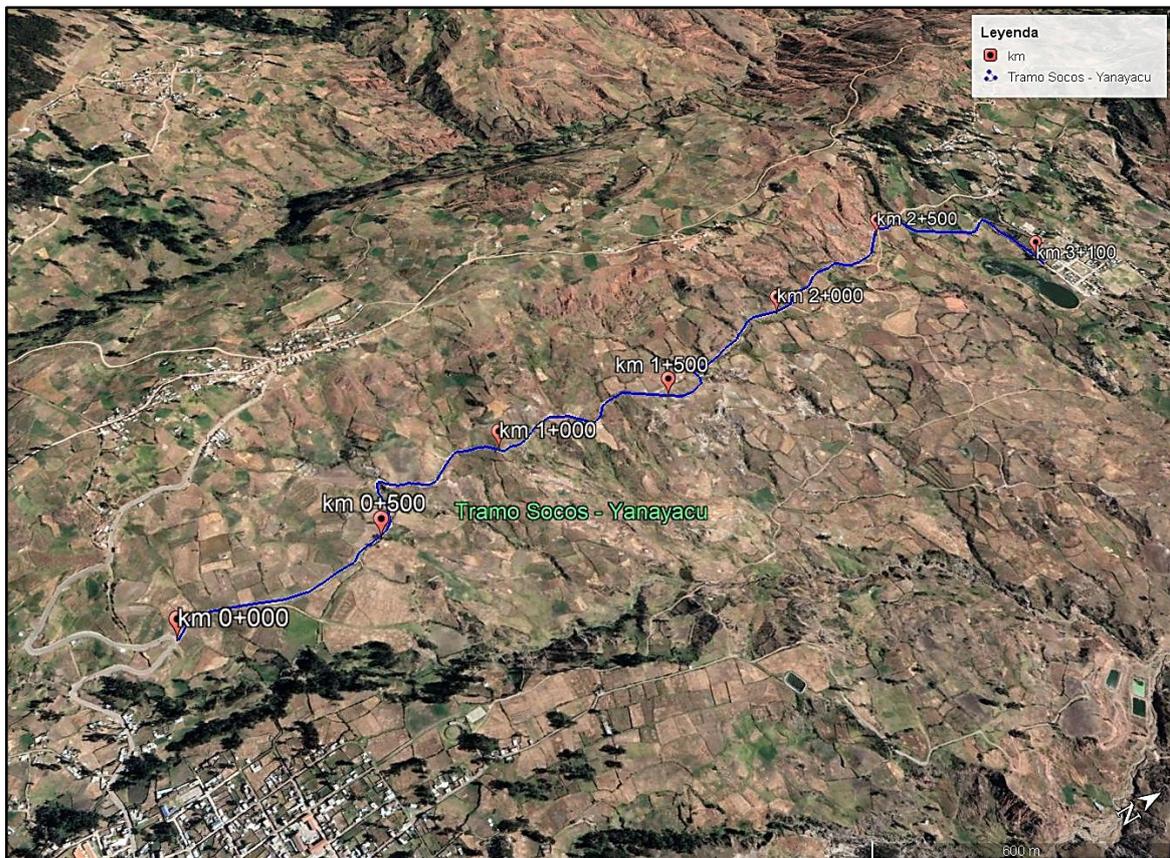


Figura 29. Vista satelital del tramo de la carretera Socos – Yanayacu.  
Fuente: Elaboración Propia – Procesada con Google Earth Pro-2019.

## **Limites**

El distrito de Socos, limita territorialmente de la siguiente manera:

- Norte: Con el distrito de San José de Ticllas.
- Sur: Con los distritos de Vinchos y Chiara.
- Este: Con el distrito de Carme Alto.
- Oeste: Con el distrito de Vinchos.

## **Ubicación geográfica**

La carretera del tramo Socos – Yanayacu se encuentra ubicada en el distrito de Socos, de la provincia de Huamanga, de acuerdo a su ubicación geográfica es caracterizada en la región Quechua, presenta pendiente moderadas a lo largo del tramo y una altitud en promedio de 3,360 m.s.n.m; según el INEI hasta el 2017 contaba con una población de 5,952 habitantes.

## **Coordenadas Geográficas:**

Se tiene la siguiente coordenada del punto de inicio del km 0+000 y final km 3+160:

Km 0+000:

- Latitud sur: 13.22°
- Longitud oeste: 73.90°

Km 3+160:

- Latitud sur: 13.19°
- Longitud oeste: 74.29°

## **Clima**

Socos, los veranos son cortos, frescos y nublados y los inviernos son cortos, fríos, secos y parcialmente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 3 °C a 18 °C y rara vez baja a menos de 0 °C o sube a más de 20 °C.

La temporada templada dura 2.0 meses, del 9 de octubre al 9 de diciembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 17 °C. El mes más cálido del año en Socos es Noviembre, con una temperatura máxima promedio de 17 °C y mínima de 6 °C.

**Objetivo específico 1:** Determinación de la influencia de la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto en el índice de plasticidad.



Figura 30. Preparación de muestras para el ensayo de plasticidad.

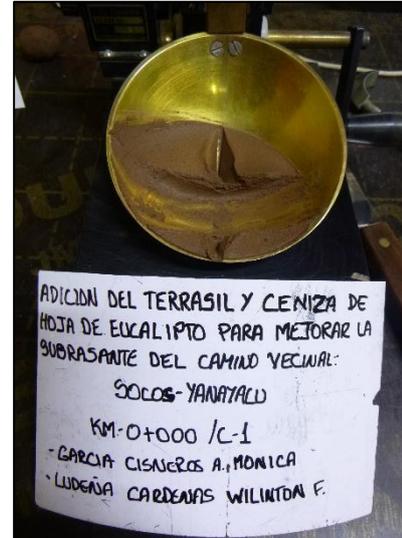


Figura 31. Ensayo de limite liquido del suelo natural.



Figura 32. Ensayo de plasticidad con adición de terrasil (0.8 lt/m<sup>3</sup>, 1.2 lt/m<sup>3</sup> y 1.6 lt/m<sup>3</sup>).

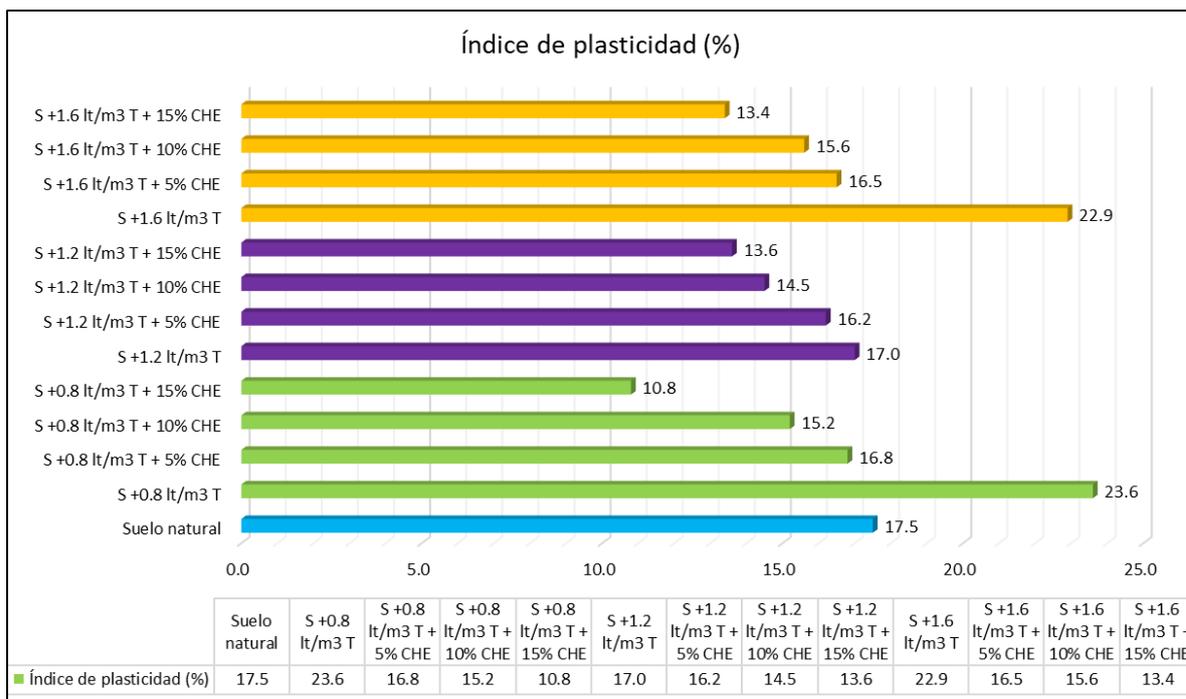


Figura 33. Ensayo de plasticidad con adición de terrasil y ceniza de hojas de eucalipto.

**Tabla 14.** Valores de plasticidad con adición de 0.80 lt/m<sup>3</sup>, 1.20 lt/m<sup>3</sup>, 1.60 lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 5%, 10%, 15% de ceniza de hojas de eucalipto.

Item		Dosificación Terrasil	% Ceniza de hojas de eucalipto	Muestra	Limite liquido LL (%)	Limite Plastico LP (%)	IP (%)
C-01 km 0+000	S	0 lt/m <sup>3</sup>	-	Suelo natural	40.6	23.1	17.5
Terrasil	T	0.8 lt/m <sup>3</sup>	-	S +0.8 lt/m <sup>3</sup> T	48.7	25.1	23.6
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	5.0%	S +0.8 lt/m <sup>3</sup> T + 5% CHE	42.2	25.4	16.8
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	10.0%	S +0.8 lt/m <sup>3</sup> T + 10% CHE	45.8	30.6	15.2
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	15.0%	S +0.8 lt/m <sup>3</sup> T + 15% CHE	42.0	31.2	10.8
Terrasil	T	1.2 lt/m <sup>3</sup>	-	S +1.2 lt/m <sup>3</sup> T	43.7	26.7	17.0
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	5.0%	S +1.2 lt/m <sup>3</sup> T + 5% CHE	47.9	31.8	16.2
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	10.0%	S +1.2 lt/m <sup>3</sup> T + 10% CHE	50.2	35.7	14.5
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	15.0%	S +1.2 lt/m <sup>3</sup> T + 15% CHE	44.4	30.8	13.6
Terrasil	T	1.6 lt/m <sup>3</sup>	-	S +1.6 lt/m <sup>3</sup> T	46.0	23.1	22.9
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	5.0%	S +1.6 lt/m <sup>3</sup> T + 5% CHE	45.9	29.4	16.5
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	10.0%	S +1.6 lt/m <sup>3</sup> T + 10% CHE	43.7	28.1	15.6
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	15.0%	S +1.6 lt/m <sup>3</sup> T + 15% CHE	44.1	30.7	13.4

Fuente: Elaboración propia.



*Figura 34. Valores de plasticidad con adición de 0.80 lt/m<sup>3</sup>, 1.20 lt/m<sup>3</sup>, 1.60 lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 5%, 10%, 15% de ceniza de hojas de eucalipto.*

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 14 y figura 34, se aprecia los valores de plasticidad para el tramo crítico conformada por la C-01 del km 0+000, se obtuvo como valor inicial de IP de 17.5%, caracterizándose como un suelo de plasticidad media, para el primer grupo de adición conformada por el terrasil de 0.80 lt/m<sup>3</sup> en conjunto con la ceniza de hojas de eucalipto se aprecia que la dosificación conformada por S + 0.80 lt/m<sup>3</sup> + 15% CHE redujo su IP hasta 10.8%, de igual manera sucede para el segundo agrupamiento conformada por la adición de terrasil en 1.20 lt/m<sup>3</sup> más ceniza donde la dosificación de S + 1.20 lt/m<sup>3</sup> + 15% CHE reduce hasta el valor de 13.6% y por último para el tercer grupo de las dosificaciones se tienen 1.60 lt/m<sup>3</sup> de terrasil más ceniza donde se reduce hasta un valor de 13.4% con S + 1.60 lt/m<sup>3</sup> + 15% CHE, y según estas diferentes dosificaciones aplicadas se ve con la mejor opción el primer grupo de adición con 0.80 lt/m<sup>3</sup> de terrasil + 15% CHE, reduciendo considerablemente su IP, esto en función con las características físicas que presente el suelo natural analizado.

**Objetivo específico 2:** Determinación de la influencia de la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto en el óptimo contenido de humedad.



*Figura 35. Preparación de muestras para el ensayo de Proctor modificado.*



*Figura 36. Ensayo de Proctor modificado del suelo natural.*



*Figura 37. Obtención del OCH con adición de terrasil (0.8 lt/m<sup>3</sup>, 1.2 lt/m<sup>3</sup> y 1.6 lt/m<sup>3</sup>).*



*Figura 38. Obtención del OCH con adición de terrasil y ceniza de hojas de eucalipto.*

**Tabla 15.** Valores de OCH con adición de 0.80 lt/m<sup>3</sup>, 1.20 lt/m<sup>3</sup>, 1.60 lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 5%, 10%, 15% de ceniza de hojas de eucalipto.

Item	Dosificación Terrasil	% Ceniza de hojas de eucalipto	Muestra	Optimo contenido de humedad OCH (%)	
C-01 km 0+000	S	0 lt/m <sup>3</sup>	-	Suelo natural	13.4
Terrasil	T	0.8 lt/m <sup>3</sup>	-	S +0.8 lt/m <sup>3</sup> T	13.7
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	5.0%	S +0.8 lt/m <sup>3</sup> T + 5% CHE	11.7
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	10.0%	S +0.8 lt/m <sup>3</sup> T + 10% CHE	10.6
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	15.0%	S +0.8 lt/m <sup>3</sup> T + 15% CHE	16.8
Terrasil	T	1.2 lt/m <sup>3</sup>	-	S +1.2 lt/m <sup>3</sup> T	14.7
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	5.0%	S +1.2 lt/m <sup>3</sup> T + 5% CHE	13.9
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	10.0%	S +1.2 lt/m <sup>3</sup> T + 10% CHE	12.3
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	15.0%	S +1.2 lt/m <sup>3</sup> T + 15% CHE	14.7
Terrasil	T	1.6 lt/m <sup>3</sup>	-	S +1.6 lt/m <sup>3</sup> T	15.4
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	5.0%	S +1.6 lt/m <sup>3</sup> T + 5% CHE	14.6
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	10.0%	S +1.6 lt/m <sup>3</sup> T + 10% CHE	13.2
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	15.0%	S +1.6 lt/m <sup>3</sup> T + 15% CHE	12.9

Fuente: Elaboración propia.

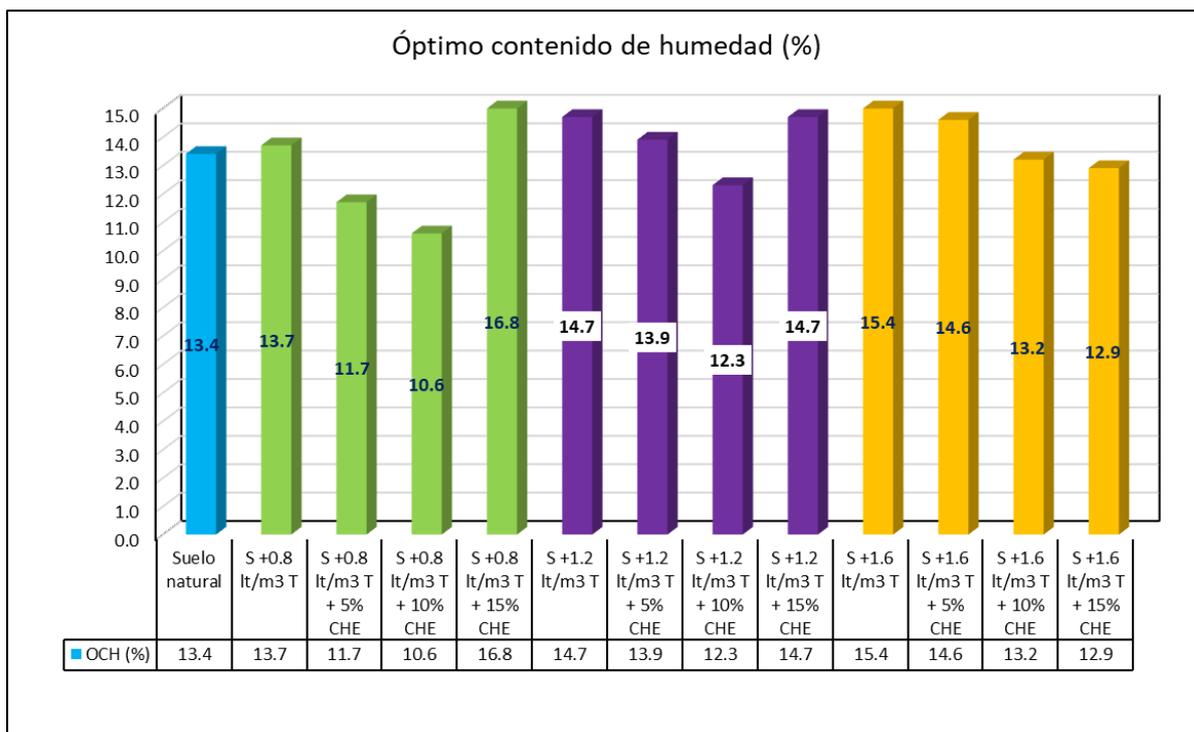


Figura 39. Valores de OCH con adición de 0.80 Lt/m<sup>3</sup>, 1.20 Lt/m<sup>3</sup>, 1.60 Lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 5%, 10%, 15% de ceniza de hojas de eucalipto.

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 15 y figura 39, se aprecia los valores del OCH para el tramo crítico conformada por la C-01 del km 0+000, se obtuvo como valor inicial de OCH de 13.4%, de acuerdo las adiciones aplicadas para el primer grupo de adición conformada por el terrasil de 0.80 Lt/m<sup>3</sup> en conjunto con la ceniza de hojas de eucalipto se aprecia que la dosificación óptima es la de S + 0.80 Lt/m<sup>3</sup> + 10% CHE reducción del OCH hasta 10.6%, de igual manera sucede para el segundo agrupamiento conformada por la adición de terrasil en 1.20 Lt/m<sup>3</sup> más ceniza donde la dosificación de S + 1.20 Lt/m<sup>3</sup> + 10% CHE reduce hasta el valor de 12.3% y por último para el tercer grupo de las dosificaciones se tienen 1.60 Lt/m<sup>3</sup> de terrasil más ceniza donde se reduce hasta un valor de 12.9% con S + 1.60 Lt/m<sup>3</sup> + 15% CHE, y según estas diferentes dosificaciones aplicadas se ve con la mayor reducción del óptimo contenido de humedad está en el primer grupo de adición S + 0.80 Lt/m<sup>3</sup> + 10% CHE, reduciendo considerablemente el OCH, esto en función con las características físicas que presente el suelo natural analizado y debido a la incidencia del aditivo terrasil y la ceniza, respectivamente.

**Objetivo específico 3:** Determinación de la influencia de la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto en la máxima densidad seca.



*Figura 40. Preparación de muestras para el ensayo de Proctor modificado.*



*Figura 41. Ensayo de Proctor modificado del suelo natural.*



*Figura 42. Obtención de la MDS con adición de terrasil (0.8 lt/m<sup>3</sup>, 1.2 lt/m<sup>3</sup> y 1.6 lt/m<sup>3</sup>).*

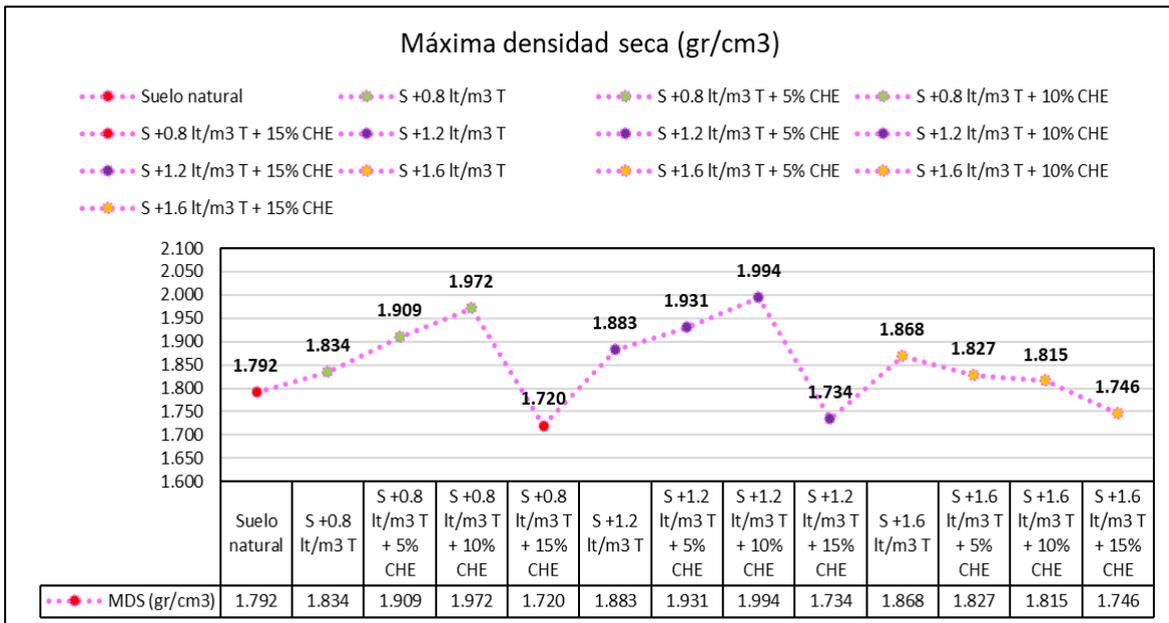


*Figura 43. Obtención de la MDS con adición de terrasil y ceniza de hojas de eucalipto.*

**Tabla 16.** Valores de MDS con adición de 0.80 lt/m<sup>3</sup>, 1.20 lt/m<sup>3</sup>, 1.60 lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 5%, 10%, 15% de ceniza de hojas de eucalipto.

Item		Dosificación Terrasil	% Ceniza de hojas de eucalipto	Muestra	Maxima densidad seca MDS (gr/cm <sup>3</sup> )
C-01 km 0+000	S	0 lt/m <sup>3</sup>	-	Suelo natural	1.792
Terrasil	T	0.8 lt/m <sup>3</sup>	-	S +0.8 lt/m <sup>3</sup> T	1.834
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	5.0%	S +0.8 lt/m <sup>3</sup> T + 5% CHE	1.909
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	10.0%	S +0.8 lt/m <sup>3</sup> T + 10% CHE	1.972
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	15.0%	S +0.8 lt/m <sup>3</sup> T + 15% CHE	1.720
Terrasil	T	1.2 lt/m <sup>3</sup>	-	S +1.2 lt/m <sup>3</sup> T	1.883
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	5.0%	S +1.2 lt/m <sup>3</sup> T + 5% CHE	1.931
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	10.0%	S +1.2 lt/m <sup>3</sup> T + 10% CHE	1.994
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	15.0%	S +1.2 lt/m <sup>3</sup> T + 15% CHE	1.734
Terrasil	T	1.6 lt/m <sup>3</sup>	-	S +1.6 lt/m <sup>3</sup> T	1.868
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	5.0%	S +1.6 lt/m <sup>3</sup> T + 5% CHE	1.827
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	10.0%	S +1.6 lt/m <sup>3</sup> T + 10% CHE	1.815
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	15.0%	S +1.6 lt/m <sup>3</sup> T + 15% CHE	1.746

Fuente: Elaboración propia.



*Figura 44. Valores de MDS con adición de 0.80 lt/m<sup>3</sup>, 1.20 lt/m<sup>3</sup>, 1.60 lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 5%, 10%, 15% de ceniza de hojas de eucalipto.*

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 16 y figura 44, se aprecia los valores de la MDS para el tramo crítico conformada por la C-01 del km 0+000, se obtuvo como valor inicial de la MDS de 1.792 gr/cm<sup>3</sup>, de acuerdo las adiciones aplicadas para el primer grupo de adición conformada por el terrasil de 0.80 lt/m<sup>3</sup> en conjunto con la ceniza de hojas de eucalipto se aprecia que la dosificación óptima es la de S + 0.80 lt/m<sup>3</sup> + 10% CHE donde aumenta su valor hasta 1.972 gr/cm<sup>3</sup>, de igual manera sucede para el segundo agrupamiento conformada por la adición de terrasil en 1.20 lt/m<sup>3</sup> más ceniza donde la dosificación de S + 1.20 lt/m<sup>3</sup> + 10% CHE incrementa su valor hasta 1.994 gr/cm<sup>3</sup> y por último para el tercer grupo de las dosificaciones se tienen 1.60 lt/m<sup>3</sup> de terrasil más ceniza donde se reduce hasta un valor de 1.746 gr/cm<sup>3</sup> con S + 1.60 lt/m<sup>3</sup> + 15% CHE, y según estas diferentes dosificaciones aplicadas se ve con la mejor opción el segundo grupo de adición conformada por S + 1.20 lt/m<sup>3</sup> + 10% CHE, incrementando su densificación hasta 1.994 gr/cm<sup>3</sup>, con lo que es un indicativo del comportamiento mecánico del suelo natural de acuerdo las diferentes dosificaciones aplicadas.

**Objetivo específico 4:** Determinación de la influencia de la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto en la capacidad de soporte CBR.

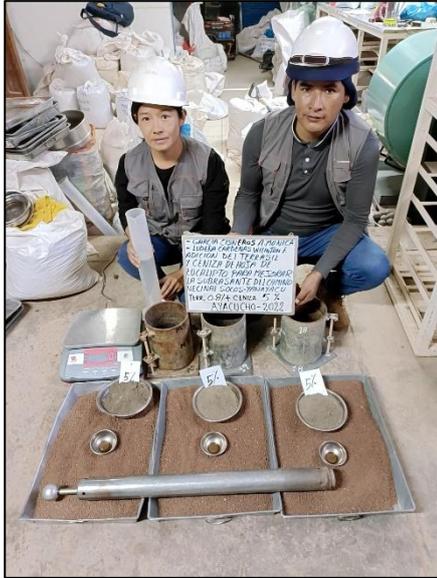


Figura 45. Preparación de muestras para el ensayo de CBR en laboratorio.

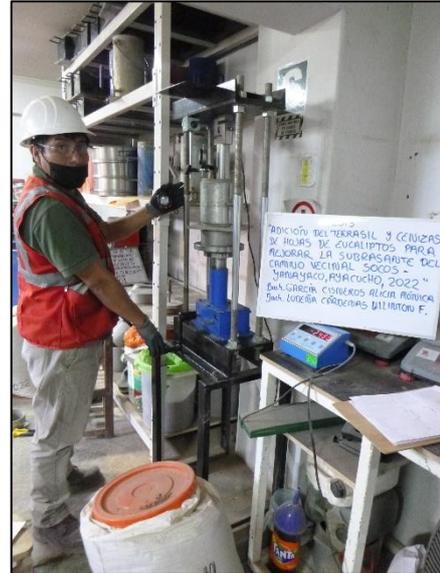


Figura 46. Ensayo de CBR en laboratorio del suelo natural.



Figura 47. Curado de muestras con adición de terrasil (0.8 lt/m<sup>3</sup>, 1.2 lt/m<sup>3</sup> y 1.6 lt/m<sup>3</sup>).



Figura 48. Curado con adición de terrasil y ceniza de hojas de eucalipto.

**Tabla 17.** Valores de CBR con adición de 0.80 lt/m<sup>3</sup>, 1.20 lt/m<sup>3</sup>, 1.60 lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 5%, 10%, 15% de ceniza de hojas de eucalipto.

Item	Dosificación Terrasil	% Ceniza de hojas de eucalipto	Muestra	CBR al 100% MDS 0.1" (2.5mm)	CBR al 95% MDS 0.1" (2.5mm)	Expansión (%)	
C-01 km 0+000	S	0 lt/m <sup>3</sup>	-	Suelo natural	5.8	3.5	0.04
Terrasil	T	0.8 lt/m <sup>3</sup>	-	S +0.8 lt/m <sup>3</sup> T	16.2	12.0	0.02
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	5.0%	S +0.8 lt/m <sup>3</sup> T + 5% CHE	11.5	9.4	0.02
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	10.0%	S +0.8 lt/m <sup>3</sup> T + 10% CHE	23.2	14.1	0.02
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	15.0%	S +0.8 lt/m <sup>3</sup> T + 15% CHE	16.2	12.0	0.02
Terrasil	T	1.2 lt/m <sup>3</sup>	-	S +1.2 lt/m <sup>3</sup> T	23.3	16.0	0.02
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	5.0%	S +1.2 lt/m <sup>3</sup> T + 5% CHE	24.1	17.1	0.02
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	10.0%	S +1.2 lt/m <sup>3</sup> T + 10% CHE	27.2	19.8	0.02
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	15.0%	S +1.2 lt/m <sup>3</sup> T + 15% CHE	13.4	8.9	0.02
Terrasil	T	1.6 lt/m <sup>3</sup>	-	S +1.6 lt/m <sup>3</sup> T	18.1	14.6	0.02
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	5.0%	S +1.6 lt/m <sup>3</sup> T + 5% CHE	17.7	13.5	0.02
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	10.0%	S +1.6 lt/m <sup>3</sup> T + 10% CHE	16.8	13.1	0.02
Ceniza de hojas de eucalipto	CHE	-	15.0%	S +1.6 lt/m <sup>3</sup> T + 15% CHE	16.1	12.7	0.02

Fuente: Elaboración propia.

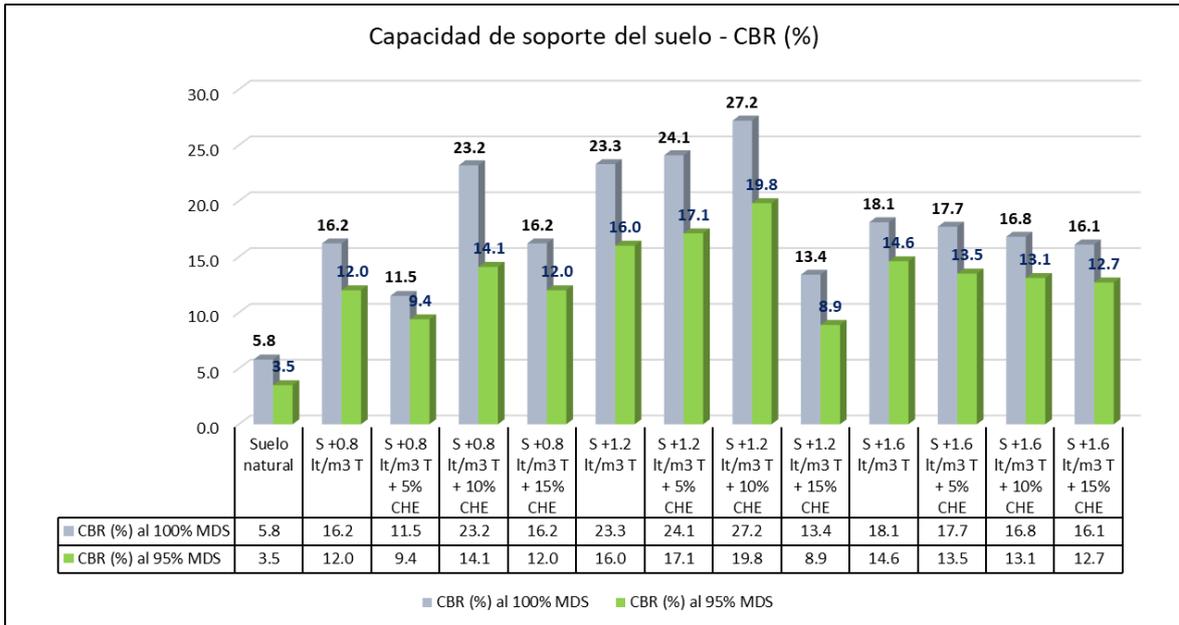


Figura 49. Valores de CBR con adición de 0.80 lt/m<sup>3</sup>, 1.20 lt/m<sup>3</sup>, 1.60 lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 5%, 10%, 15% de ceniza de hojas de eucalipto.

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 17 y figura 49, se aprecia los valores de CBR al 100% y 95% de la MDS para el tramo crítico conformada por la C-01 del km 0+000, se obtuvo como valor inicial del valor de CBR al 95% de la MDS de 3.5%, de acuerdo las adiciones aplicadas para el primer grupo de adición conformada por el terrasil de 0.80 lt/m<sup>3</sup> en conjunto con la ceniza de hojas de eucalipto se aprecia que la dosificación óptima es la de S + 0.80 lt/m<sup>3</sup> + 10% CHE incrementa el valor de soporte hasta 14.1%, de igual manera sucede para el segundo agrupamiento conformada por la adición de terrasil en 1.20 lt/m<sup>3</sup> más ceniza donde la dosificación de S + 1.20 lt/m<sup>3</sup> + 10% CHE sigue incrementando el valor hasta un 19.8% y por último para el tercer grupo de las dosificaciones se tienen 1.60 lt/m<sup>3</sup> de terrasil más ceniza donde se reduce hasta un valor de 12.7% con S + 1.60 lt/m<sup>3</sup> + 15% CHE, y según estos diferentes dosificaciones aplicadas se ve con la mejor opción el segundo grupo de adición, incrementando de manera considerable el valor de la capacidad de soporte hasta 19.8% a 95% de la MDS esto en función con las características mecánicas que presente el suelo natural analizado y debido a la incidencia del aditivo terrasil y la ceniza, respectivamente.

## Contrastación de hipótesis

Las hipótesis planteadas con la adición de terrasil y ceniza de hojas de eucalipto mejorará las características físicas y mecánicas. Para la aceptación o rechazo de la hipótesis planteada, se verificará la normalidad de los grupos para muestra independientes.

## Verificación de la normalidad de la variable plasticidad

Se usa la prueba estadística de normalidad de Shapiro-Wilk, por tener muestras menores a 50 datos.

1. Planteamiento de hipótesis estadística:  
H<sub>0</sub>: La variable plasticidad proviene de una población con distribución normal.  
H<sub>1</sub>: La variable plasticidad no proviene de una población con distribución normal.
2. Nivel de significancia:  $\alpha=5\%=0.05$ .
3. Prueba estadística: Shapiro-Wilk.
4. Cálculo del p valor.

**Tabla 18.** Prueba Shapiro-Wilk para adición de 0.80 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable plasticidad.

Muestra	Grados de libertad	Significancia (p)
IP (%)	4	<b>0.313</b>
Adición 0.80 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE	4	0.972

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces aceptamos H<sub>0</sub>, caso contrario aceptamos H<sub>1</sub>.

Por lo que  $0.313 > 0.05$ , aceptamos la H<sub>0</sub>.

Por lo que se concluye que la variable plasticidad con adición de 0.80 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % Ceniza de hojas de eucalipto, proviene de una población de distribución normal.

**Tabla 19.** Prueba Shapiro-Wilk para adición de 1.20 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable plasticidad.

Muestra	Grados de libertad	Significancia (p)
IP (%)	4	<b>0.816</b>
Adición 1.20 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE	4	0.972

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces aceptamos  $H_0$ , caso contrario aceptamos  $H_1$ .

Por lo que  $0.816 > 0.05$ , aceptamos la  $H_0$ .

Por lo que se concluye que la variable plasticidad con adición de 1.20 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % Ceniza de hojas de eucalipto, proviene de una población de distribución normal.

**Tabla 20.** Prueba Shapiro-Wilk para adición de 1.60 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable plasticidad.

Muestra	Grados de libertad	Significancia (p)
IP (%)	4	<b>0.837</b>
Adición 1.60 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE	4	0.972

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces aceptamos  $H_0$ , caso contrario aceptamos  $H_1$ .

Por lo que  $0.837 > 0.05$ , aceptamos la  $H_0$ .

Por lo que se concluye que la variable plasticidad con adición de 1.60 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % Ceniza de hojas de eucalipto, proviene de una población de distribución normal.

## Verificación de la normalidad de la variable de Optimo contenido de humedad

Se usa la prueba estadística de normalidad de Shapiro-Wilk, por tener muestras menores a 50 datos.

1. Planteamiento de hipótesis estadística:  
H<sub>0</sub>: La variable optimo contenido de humedad proviene de una población con distribución normal.  
H<sub>1</sub>: La variable optimo contenido de humedad no proviene de una población con distribución normal.
2. Nivel de significancia:  $\alpha=5\%=0.05$ .
3. Prueba estadística: Shapiro-Wilk.
4. Cálculo del p valor.

**Tabla 21.** Prueba Shapiro-Wilk para adición de 0.80 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable OCH.

Muestra	Grados de libertad	Significancia (p)
OCH (%)	4	<b>0.648</b>
Adición 0.80 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE	4	0.972

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces aceptamos H<sub>0</sub>, caso contrario aceptamos H<sub>1</sub>.

Por lo que  $0.648 > 0.05$ , aceptamos la H<sub>0</sub>.

Por lo que se concluye que la variable OCH con adición de 0.80 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % Ceniza de hojas de eucalipto, proviene de una población de distribución normal.

**Tabla 22.** Prueba Shapiro-Wilk para adición de 1.20 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable OCH.

Muestra	Grados de libertad	Significancia (p)
OCH (%)	4	<b>0.965</b>
Adición 1.20 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE	4	0.972

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces aceptamos  $H_0$ , caso contrario aceptamos  $H_1$ .

Por lo que  $0.965 > 0.05$ , aceptamos la  $H_0$ .

Por lo que se concluye que la variable OCH con adición de 1.20 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % Ceniza de hojas de eucalipto, proviene de una población de distribución normal.

**Tabla 23.** Prueba Shapiro-Wilk para adición de 1.60 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable OCH.

Muestra	Grados de libertad	Significancia (p)
OCH (%)	4	<b>0.282</b>
Adición 1.60 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE	4	0.972

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces aceptamos  $H_0$ , caso contrario aceptamos  $H_1$ .

Por lo que  $0.282 > 0.05$ , aceptamos la  $H_0$ .

Por lo que se concluye que la variable OCH con adición de 1.60 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % Ceniza de hojas de eucalipto, proviene de una población de distribución normal.

### Verificación de la normalidad de la variable de Máxima densidad seca

Se usa la prueba estadística de normalidad de Shapiro-Wilk, por tener muestras menores a 50 datos.

1. Planteamiento de hipótesis estadística:  
H<sub>0</sub>: La variable máxima densidad seca proviene de una población con distribución normal.  
H<sub>1</sub>: La variable máxima densidad seca no proviene de una población con distribución normal.
2. Nivel de significancia:  $\alpha=5\%=0.05$ .
3. Prueba estadística: Shapiro-Wilk.
4. Cálculo del p valor.

**Tabla 24.** Prueba Shapiro-Wilk para adición de 0.80 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable MDS.

Muestra	Grados de libertad	Significancia (p)
MDS g/cm <sup>3</sup>	4	<b>0.786</b>
Adición 0.80 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE	4	0.972

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces aceptamos H<sub>0</sub>, caso contrario aceptamos H<sub>1</sub>.

Por lo que  $0.786 > 0.05$ , aceptamos la H<sub>0</sub>.

Por lo que se concluye que la variable MDS con adición de 0.80 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % Ceniza de hojas de eucalipto, proviene de una población de distribución normal.

**Tabla 25.** Prueba Shapiro-Wilk para adición de 1.20 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable MDS.

Muestra	Grados de libertad	Significancia (p)
MDS g/cm <sup>3</sup>	4	<b>0.636</b>
Adición 1.20 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE	4	0.972

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces aceptamos  $H_0$ , caso contrario aceptamos  $H_1$ .

Por lo que  $0.636 > 0.05$ , aceptamos la  $H_0$ .

Por lo que se concluye que la variable MDS con adición de 1.20 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % Ceniza de hojas de eucalipto, proviene de una población de distribución normal.

**Tabla 26.** Prueba Shapiro-Wilk para adición de 1.60 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable MDS.

Muestra	Grados de libertad	Significancia (p)
MDS g/cm <sup>3</sup>	4	<b>0.555</b>
Adición 1.60 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE	4	0.972

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces aceptamos  $H_0$ , caso contrario aceptamos  $H_1$ .

Por lo que  $0.555 > 0.05$ , aceptamos la  $H_0$ .

Por lo que se concluye que la variable MDS con adición de 1.60 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % Ceniza de hojas de eucalipto, proviene de una población de distribución normal.

### Verificación de la normalidad de la variable CBR

Se usa la prueba estadística de normalidad de Shapiro-Wilk, por tener muestras menores a 50 datos.

1. Planteamiento de hipótesis estadística:  
H<sub>0</sub>: La variable CBR proviene de una población con distribución normal.  
H<sub>1</sub>: La variable CBR no proviene de una población con distribución normal.
2. Nivel de significancia:  $\alpha=5\%=0.05$ .
3. Prueba estadística: Shapiro-Wilk.
4. Cálculo del p valor.

**Tabla 27.** Prueba Shapiro-Wilk para adición de 0.80 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable CBR.

Muestra	Grados de libertad	Significancia (p)
CBR 95% MDS	4	<b>0.672</b>
Adición 0.80 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE	4	0.972

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces aceptamos H<sub>0</sub>, caso contrario aceptamos H<sub>1</sub>.

Por lo que  $0.672 > 0.05$ , aceptamos la H<sub>0</sub>.

Por lo que se concluye que la variable CBR con adición de 0.80 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % Ceniza de hojas de eucalipto, proviene de una población de distribución normal.

**Tabla 28.** Prueba Shapiro-Wilk para adición de 1.20 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable CBR.

Muestra	Grados de libertad	Significancia (p)
CBR 95% MDS	4	<b>0.644</b>
Adición 1.20 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE	4	0.972

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces aceptamos  $H_0$ , caso contrario aceptamos  $H_1$ .

Por lo que  $0.644 > 0.05$ , aceptamos la  $H_0$ .

Por lo que se concluye que la variable CBR con adición de 1.20 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % Ceniza de hojas de eucalipto, proviene de una población de distribución normal.

**Tabla 29.** Prueba Shapiro-Wilk para adición de 1.60 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable CBR.

Muestra	Grados de libertad	Significancia (p)
CBR 95% MDS	4	<b>0.010</b>
Adición 1.60 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE	4	0.972

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces aceptamos  $H_0$ , caso contrario aceptamos  $H_1$ .

Por lo que  $0.010 < 0.05$ , aceptamos la  $H_1$ .

Por lo que se concluye que la variable CBR con adición de 1.60 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % Ceniza de hojas de eucalipto, no proviene de una población de distribución normal.

### Prueba estadística para el grado de asociación, variable plasticidad.

Se usa la prueba estadística de correlación de  $r$  de Pearson para variables que presentan normalidad o caso contrario Spearman para variables que no tengan normalidad.

1. Planteamiento de hipótesis estadística:  
 $H_0$ : La variable plasticidad no está relacionada con la adición.  
 $H_1$ : La variable plasticidad si está relacionada con la adición.
2. Nivel de significancia:  $\alpha=5\%=0.05$ .
3. Prueba estadística: correlación  $r$  de Pearson.
4. Cálculo del  $p$  valor.

**Tabla 30.** Correlación  $r$  de Pearson para adición de 0.80 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable plasticidad.

Muestra	Grados de libertad	Significancia (bilateral)	Correlación $r$ de Pearson
IP (%)	4	0.069	<b>-0.931</b>
Adición 0.80 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE	4	0.069	-0.931

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces aceptamos  $H_0$ , caso contrario aceptamos  $H_1$ .

Por lo que  $0.069 > 0.05$ , aceptamos la  $H_0$ .

Por lo que se concluye que la variable plasticidad con evidencia al 95% estadístico con adición de 0.80 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % Ceniza de hojas de eucalipto, no está relacionada de manera directa.

**Tabla 31.** Correlación  $r$  de Pearson para adición de 1.20 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable plasticidad.

Muestra	Grados de libertad	Significancia (p)	Correlación $r$ de Pearson
IP (%)	4	0.060	<b>-0.994</b>
Adición 1.20 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE	4	0.060	-0.994

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces aceptamos  $H_0$ , caso contrario aceptamos  $H_1$ .

Por lo que  $0.06 > 0.05$ , aceptamos la  $H_0$ .

Por lo que se concluye que la variable plasticidad con evidencia al 95% estadístico con adición de 1.20 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % Ceniza de hojas de eucalipto, no está relacionada de manera directa.

**Tabla 32.** Correlación  $r$  de Pearson para adición de 1.60 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable plasticidad.

Muestra	Grados de libertad	Significancia (p)	Correlación $r$ de Pearson
IP (%)	4	0.022	<b>-0.978</b>
Adición 1.60 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE	4	0.022	-0.978

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces aceptamos  $H_0$ , caso contrario aceptamos  $H_1$ .

Por lo que  $0.022 < 0.05$ , rechazamos la  $H_0$ .

Por lo que se concluye que la variable plasticidad con evidencia al 95% estadístico con adición de 1.60 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % Ceniza de hojas de eucalipto, si está relacionada de manera directa.

### Prueba estadística para el grado de asociación, variable Optimo contenido de humedad.

Se usa la prueba estadística de correlación de r de Pearson para variables que presentan normalidad o caso contrario Spearman para variables que no tengan normalidad.

1. Planteamiento de hipótesis estadística:  
H<sub>0</sub>: La variable optimo contenido de humedad no está relacionada con la adición.  
H<sub>1</sub>: La variable optimo contenido de humedad si está relacionada con la adición.
2. Nivel de significancia:  $\alpha=5\%=0.05$ .
3. Prueba estadística: correlación r de Pearson.
4. Cálculo del p valor.

**Tabla 33.** Correlación r de Pearson para adición de 0.80 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable OCH.

Muestra	Grados de libertad	Significancia (bilateral)	Correlación r de Pearson
OCH (%)	4	0.566	<b>0.434</b>
Adición 0.80 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE	4	0.566	0.434

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces aceptamos H<sub>0</sub>, caso contrario aceptamos H<sub>1</sub>.

Por lo que  $0.566 > 0.05$ , aceptamos la H<sub>0</sub>.

Por lo que se concluye que la variable OCH con evidencia al 95% estadístico con adición de 0.80 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % Ceniza de hojas de eucalipto, no está relacionada de manera directa.

**Tabla 34.** Correlación  $r$  de Pearson para adición de 1.20 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable OCH.

Muestra	Grados de libertad	Significancia (p)	Correlación $r$ de Pearson
OCH (%)	4	0.704	<b>0.296</b>
Adición 1.20 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE	4	0.704	0.296

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces aceptamos  $H_0$ , caso contrario aceptamos  $H_1$ .

Por lo que  $0.704 > 0.05$ , aceptamos la  $H_0$ .

Por lo que se concluye que la variable OCH con evidencia al 95% estadístico con adición de 1.20 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % Ceniza de hojas de eucalipto, no está relacionada de manera directa.

**Tabla 35.** Correlación  $r$  de Pearson para adición de 1.60 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable OCH.

Muestra	Grados de libertad	Significancia (p)	Correlación $r$ de Pearson
OCH (%)	4	0.498	<b>-0.502</b>
Adición 1.60 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE	4	0.498	-0.502

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces aceptamos  $H_0$ , caso contrario aceptamos  $H_1$ .

Por lo que  $0.498 > 0.05$ , aceptamos la  $H_0$ .

Por lo que se concluye que la variable OCH con evidencia al 95% estadístico con adición de 1.60 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % Ceniza de hojas de eucalipto, no está relacionada de manera directa.

### Prueba estadística para el grado de asociación, variable Máxima densidad seca

Se usa la prueba estadística de correlación de  $r$  de Pearson para variables que presentan normalidad o caso contrario Spearman para variables que no tengan normalidad.

1. Planteamiento de hipótesis estadística:  
 $H_0$ : La variable máxima densidad seca no está relacionada con la adición.  
 $H_1$ : La variable máxima densidad seca si está relacionada con la adición.
2. Nivel de significancia:  $\alpha=5\%=0.05$ .
3. Prueba estadística: correlación  $r$  de Pearson.
4. Cálculo del  $p$  valor.

**Tabla 36.** Correlación  $r$  de Pearson para adición de 0.80 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable MDS.

Muestra	Grados de libertad	Significancia (bilateral)	Correlación $r$ de Pearson
MDS g/cm <sup>3</sup>	4	0.826	<b>-0.174</b>
Adición 0.80 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE	4	0.826	-0.174

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces aceptamos  $H_0$ , caso contrario aceptamos  $H_1$ .

Por lo que  $0.826 > 0.05$ , aceptamos la  $H_0$ .

Por lo que se concluye que la variable MDS con evidencia al 95% estadístico con adición de 0.80 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % Ceniza de hojas de eucalipto, no está relacionada de manera directa.

**Tabla 37.** Correlación  $r$  de Pearson para adición de 1.20 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable MDS.

Muestra	Grados de libertad	Significancia (p)	Correlación $r$ de Pearson
MDS g/cm <sup>3</sup>	4	0.881	<b>-0.119</b>
Adición 1.20 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE	4	0.881	-0.119

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces aceptamos  $H_0$ , caso contrario aceptamos  $H_1$ .

Por lo que  $0.881 > 0.05$ , aceptamos la  $H_0$ .

Por lo que se concluye que la variable MDS con evidencia al 95% estadístico con adición de 1.20 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % Ceniza de hojas de eucalipto, no está relacionada de manera directa.

**Tabla 38.** Correlación  $r$  de Pearson para adición de 1.60 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable MDS.

Muestra	Grados de libertad	Significancia (p)	Correlación $r$ de Pearson
MDS g/cm <sup>3</sup>	4	0.458	<b>-0.542</b>
Adición 1.60 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE	4	0.458	-0.542

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces aceptamos  $H_0$ , caso contrario aceptamos  $H_1$ .

Por lo que  $0.458 > 0.05$ , aceptamos la  $H_0$ .

Por lo que se concluye que la variable MDS con evidencia al 95% estadístico con adición de 1.60 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % Ceniza de hojas de eucalipto, no está relacionada de manera directa.

### Prueba estadística para el grado de asociación, variable CBR

Se usa la prueba estadística de correlación de  $r$  de Pearson para variables que presentan normalidad o caso contrario Spearman para variables que no tengan normalidad.

1. Planteamiento de hipótesis estadística:  
 $H_0$ : La variable CBR no está relacionada con la adición.  
 $H_1$ : La variable CBR si está relacionada con la adición.
2. Nivel de significancia:  $\alpha=5\%=0.05$ .
3. Prueba estadística: correlación  $r$  de Pearson o Spearman.
4. Cálculo del  $p$  valor.

**Tabla 39.** Correlación  $r$  de Pearson para adición de 0.80 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable CBR.

Muestra	Grados de libertad	Significancia (bilateral)	Correlación $r$ de Pearson
CBR 95% MDS	4	0.150	<b>0.850</b>
Adición 0.80 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE	4	0.150	0.850

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces aceptamos  $H_0$ , caso contrario aceptamos  $H_1$ .

Por lo que  $0.150 > 0.05$ , aceptamos la  $H_0$ .

Por lo que se concluye que la variable CBR con evidencia al 95% estadístico con adición de 0.80 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % Ceniza de hojas de eucalipto, no está relacionada de manera directa.

**Tabla 40.** Correlación  $r$  de Pearson para adición de 1.20 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable CBR.

Muestra	Grados de libertad	Significancia (p)	Correlación $r$ de Pearson
CBR 95% MDS	4	0.674	<b>0.326</b>
Adición 1.20 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE	4	0.674	0.326

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces aceptamos  $H_0$ , caso contrario aceptamos  $H_1$ .

Por lo que  $0.674 > 0.05$ , aceptamos la  $H_0$ .

Por lo que se concluye que la variable CBR con evidencia al 95% estadístico con adición de 1.20 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % Ceniza de hojas de eucalipto, no está relacionada de manera directa.

**Tabla 41.** Correlación de Spearman para adición de 1.60 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % CHE, para la variable CBR.

Muestra	Grados de libertad	Significancia (p)	Correlación rho de Spearman
CBR 95% MDS	4	0.200	<b>0.800</b>
Adición 1.60 lt/m <sup>3</sup> terrasil + % CHE	4	0.200	0.800

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces aceptamos  $H_0$ , caso contrario aceptamos  $H_1$ .

Por lo que  $0.200 > 0.05$ , aceptamos la  $H_0$ .

Por lo que se concluye que la variable CBR con evidencia al 95% estadístico con adición de 1.60 lt/m<sup>3</sup> terrasil + % Ceniza de hojas de eucalipto, no está relacionada de manera directa.

## V. DISCUSIÓN

Discusión 1: En la presente investigación se pudo determinar los diferentes valores de límites de consistencia, principalmente los valores del índice plástico con las diferentes adiciones de terrasil en 0.80 lt/m<sup>3</sup>, 1.20 lt/m<sup>3</sup> y 1.60 lt/m<sup>3</sup>, y de la misma manera estas adiciones acompañadas de ceniza de hojas de eucalipto en 5%, 10% y 15%, estas adiciones se aplicó al suelo del tramo crítico de la calicata C-01 del km 0+000 clasificada como una arcilla ligera arenosa (CL), donde se aprecia la reducción de la plasticidad en las adiciones de terrasil en conjunto con la ceniza de hojas de eucalipto, pero con la adición de 0.80 lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 15% de ceniza de hojas de eucalipto el IP se redujo de un 17.5% a 10.8%, reduciendo de manera considerable la plasticidad en el suelo adicionado, esto se ve en las diferentes adiciones, con 1.20 lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 15% de ceniza se obtuvo valor del IP de 13.6% y con 1.60 lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 15% de ceniza se obtuvo el valor de 13.5%, con lo que se concuerda con la investigación de Quispe (2021), donde utilizó ceniza de mazorca de maíz en diferentes proporciones como 2%, 4%, 6%, 8% y 10%, donde el valor del límite líquido del suelo natural fue de 31.7% y su IP 10.14%, estos valores fueron disminuyendo conforme el porcentaje de la ceniza de mazorca de maíz se iba incrementando, donde el 10% de adición de esta fue la óptima donde el valor del límite líquido se redujo hasta 30.1% y su IP a 5.87%, esto a consecuencia que el material de ceniza tienen un comportamiento no plástico sobre el material del suelo natural. En ambas investigaciones se puede apreciar que en los valores de índice de plasticidad se va reduciendo conforme el material de ceniza se va agregando en mayores proporciones, con lo que esta característica es favorable respecto a tener menos plasticidad y mejor comportamiento físico de los suelos.

Discusión 2: De la misma manera para la presente investigación se pudo determinar los diferentes valores del óptimo contenido de humedad del suelo natural, así como también con las diferentes adiciones de terrasil en 0.80 lt/m<sup>3</sup>, 1.20 lt/m<sup>3</sup> y 1.60 lt/m<sup>3</sup>, y de la misma manera estas adiciones acompañadas de ceniza de hojas de eucalipto en 5%, 10% y 15%, estas adiciones se aplicó al suelo del tramo crítico de la calicata C-01 del km 0+000 clasificada como una arcilla ligera arenosa (CL),

donde el OCH del suelo natural se tiene el valor de 13.4%, para la adición con 0.80 lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 10% de ceniza de hojas de eucalipto se obtuvo la disminución hasta 10.6%, pero con el 15% se elevó hasta 16.8%, de la misma manera con 1.20 lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 10% de ceniza de hojas de eucalipto se redujo hasta 12.2% y con 15% de CHE hasta 12.9% y con 1.60 lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 10% de ceniza de hojas de eucalipto se redujo ligeramente hasta 13.2% y con 15% de CHE hasta 12.9%; por lo que se discrepa con la investigación realizada por Mas (2021), donde empleo la adición de ceniza de cascara de arroz acompañado con el terrasil en dosificaciones como 0.5 lt/m<sup>3</sup> de terrasil con 7% de ceniza de cascara de arroz, 0.75 lt/m<sup>3</sup> de terrasil con 7% de ceniza de cascara de arroz y 1.4 lt/m<sup>3</sup> de terrasil con 7% de ceniza de cascara de arroz, en donde los valores del OCH se va incrementando conforme se eleva la dosificación del aditivo terrasil, el suelo natural se obtuvo el OCH de 13.33%, y se pudo apreciar sus incrementos hasta 16.24%, 16.18% y 16.24% respectivamente con las diferentes dosificaciones empleadas. De la misma manera con la investigación realizada por Tupia (2021), donde realizó la adición de ceniza de hojas de eucalipto en 4%, 7% y 11%, donde los valores del OCH ligeramente sufren un incremento respecto a la muestra del suelo patrón analizado, para la muestra patrón se obtuvo el valor de 15.5% y con las adiciones se tienen 15.6%, 15.7% y 15.7% respectivamente con las 3 dosificaciones empleadas. En las investigaciones comparadas se ve el incremento debido a la característica propia del suelo natural, para el primer caso la interacción con el aditivo terrasil y para el segundo caso por presentar suelos no plásticos, con lo que añadir un material como la ceniza, prácticamente no influye de manera significativa sobre el suelo, y con respecto a los valores obtenidos para la presente investigación, se ve el descenso ligero, ya que el terrasil y la ceniza de hojas de eucalipto reaccionan de mejor manera sobre el suelo natural.

Discusión 3: Del mismo modo se pudo determinar los valores de la máxima densidad seca del suelo natural, así como también con las diferentes adiciones de terrasil en 0.80 lt/m<sup>3</sup>, 1.20 lt/m<sup>3</sup> y 1.60 lt/m<sup>3</sup>, y de la misma manera estas adiciones acompañadas de ceniza de hojas de eucalipto en 5%, 10% y 15%, estas adiciones se aplicaron al suelo del tramo crítico de la calicata C-01 del km 0+000 clasificada como una arcilla ligera arenosa (CL), donde el valor del máxima seca del suelo

natural se obtuvo  $1.792 \text{ g/cm}^3$ , para la adición con  $0.80 \text{ lt/m}^3$  de terrasil y 10% de ceniza de hojas de eucalipto se obtuvo el incremento hasta  $1.972 \text{ g/cm}^3$ , de la misma manera con  $1.20 \text{ lt/m}^3$  de terrasil y 10% de ceniza de hojas de eucalipto se elevó de manera considerable hasta  $1.994 \text{ g/cm}^3$  y con  $1.60 \text{ lt/m}^3$  de terrasil y 10% de ceniza de hojas de eucalipto se aprecia el ligero incremento hasta  $1.815 \text{ g/cm}^3$ , por lo que se discrepa con la investigación realizada por Mas (2021), donde empleo la adición de ceniza de cascara de arroz acompañado con el terrasil en dosificaciones como  $0.5 \text{ lt/m}^3$  de terrasil con 7% de ceniza de cascara de arroz,  $0.75 \text{ lt/m}^3$  de terrasil con 7% de ceniza de cascara de arroz y  $1.4 \text{ lt/m}^3$  de terrasil con 7% de ceniza de cascara de arroz, en donde los valores de la MDS se va disminuyendo, para el caso del suelo natural se obtuvo el valor de  $1.827 \text{ g/cm}^3$ , y con las adiciones empleadas su valor de redujo hasta un valor de  $1.685 \text{ g/cm}^3$ , con lo que se puede interpretar que la reacción entre el terrasil y la ceniza de cascara de arroz empleada no aporta en mejorar la densificación del suelo natural. Así mismo se concuerda con la investigación realizada por Tupia (2021), donde realizó la adición de ceniza de hojas de eucalipto en 4%, 7% y 11%, donde los valores de la MDS se van incrementando conforme la adición se va aumentando, donde el valor del suelo natural se obtuvo  $1.869 \text{ g/cm}^3$  y con la dosificación optima del 11% de ceniza de hojas eucalipto se incrementó hasta  $1.973 \text{ g/cm}^3$ . En las investigaciones comparadas para el primer caso con Mas se aprecia la reducción del valor de la MDS, debido a que la reacción del terrasil con la ceniza sobre el suelo no interactúa de buena manera, con lo que puede ser un mal indicio al no tener una buena densificación y para el segundo caso si es concordante el incremento de los valores de la MDS para Tupia que utilizo hasta un 11% de ceniza de hojas de eucalipto que es similar a la presente investigación ya que el mejor valor se obtuvo con el 10% de ceniza acompañado con el terrasil.

Discusión 3: Asimismo se pudo determinar los valores de la capacidad de soporte (CBR) del suelo natural, así como también con las diferentes adiciones de terrasil en  $0.80 \text{ lt/m}^3$ ,  $1.20 \text{ lt/m}^3$  y  $1.60 \text{ lt/m}^3$ , y de la misma manera estas adiciones acompañadas de ceniza de hojas de eucalipto en 5%, 10% y 15%, estas adiciones se aplicaron al suelo del tramo crítico de la calicata C-01 del km 0+000 clasificada como una arcilla ligera arenosa (CL), donde el valor del CBR del tramo crítico se

obtuvo 3.5% esto referente al 95% de la MDS y una penetración de 0.1", para la adición con 0.80 lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 10% de ceniza de hojas de eucalipto se obtuvo un incremento del valor hasta 14.1%, de la misma manera con 1.20 lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 10% de ceniza de hojas de eucalipto se aprecia un incremento considerable hasta 19.8% y con 1.60 lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 5% de ceniza de hojas de eucalipto solo se pudo obtener un valor 14.5%, por lo que se concuerda con la investigación realizada por Quispe (2021), donde utilizo ceniza de mazorca de maíz en diferentes proporciones como 2%, 4%, 6%, 8% y 10%, donde se obtuvo el valor de CBR del suelo natural de 7.2%, y el mejor incremento de este valor de pudo apreciar con el 8% de ceniza donde el valor de CBR es 19.1%, la cual es muy favorable y tiende un incremento progresivo hasta una cierta dosificación. De igual manera se concuerda con la investigación realizada por Hoyle y Rodríguez (2021), donde se aplicó la adición de fibras de raquis de musa paradisiaca y cenizas de hojas de eucalipto en dosificaciones de 5%, 10% y 15%, el valor de CBR del suelo natural se obtuvo de 6.76% y con el 10% de adición se incrementó hasta 11.24%, como se aprecia el incremento no es manera significativa. En las investigaciones comparadas para el primer caso con Quispe se aprecia el incremento de los valores de capacidad de soporte CBR, con lo que puede ser un indicativo favorable para la resistencia del suelo natural adicionado y para el segundo caso también se apreció el incremento de los valores de CBR para Hoyle y Rodríguez que utilizo hasta un 15% de ceniza, pero donde el óptimo es el de 10%, que es similar a la presente investigación ya que el mejor valor se obtuvo con el 10% de ceniza acompañado con el terrasil.

## VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: Se evaluó que las propiedades físicas y mecánicas que presentan los suelos en el tramo crítico del km 0+000 al km 0+750, cuya característica son suelos tipo arcilla ligera arenosa clasificada en AASHTO A-7-6 (11) de mediana a alta plasticidad, la cual del km 0+000 se caracteriza como una subrasante pobre de acuerdo con su valor del ensayo de CBR de 3.5% y según el índice de grupo como subrasante muy pobre, por lo que de acuerdo a estas características se realizó la adición de terrasil en 0.80 lt/m<sup>3</sup>, 1.20 lt/m<sup>3</sup> y 1.60 lt/m<sup>3</sup> y también acompañada con la ceniza de hojas de eucalipto en 5%, 10% y 15%, obteniéndose y registrándose el mejoramiento de sus propiedades físicas y mecánicas, de igual manera cambia la categorización de la subrasante.

Conclusión 2: Se verifica la influencia con la adición del aditivo terrasil y ceniza de hojas de eucalipto en los valores del índice de plasticidad del suelo del tramo crítico analizado, donde se pudo apreciar que con la dosificación del 0.80 lt/m<sup>3</sup> de terrasil + 15% de ceniza de hojas de eucalipto se redujo respecto al valor del suelo natural de 17.5% a 10.8%, reduciendo así considerablemente el valor del índice plástico, el cual es un indicativo del mejoramiento de la propiedad física del suelo adicionado.

Conclusión 3: De acuerdo las dosificaciones de la adición aplicada del aditivo terrasil y ceniza de hojas de eucalipto se confirma la influencia en la variación de los valores del óptimo contenido de humedad respecto al suelo natural, en donde se pudo apreciar en las dosificaciones de 0.80 lt/m<sup>3</sup> + 10% CHE y 1.20 lt/m<sup>3</sup> + 10% CHE, se redujo a valores de 10.6% y 12.3%, reduciendo ligeramente el valor del 13.4% del suelo nativo, caso contrario sucede que cuando se aplica el 15% de CHE, los valores incrementan hasta en 16.8% y 14.7% con las dosificaciones mencionadas, las cuales muestran un valor no preferido, con lo que se acepta la dosificación óptima del terrasil con el 10% de ceniza de hojas de eucalipto.

Conclusión 4: Se determina la influencia de la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto mejora de manera considerable en la densificación del suelo nativo mejorando su valor de la máxima densidad seca, respecto al suelo natural se

obtuvo  $1.792 \text{ g/cm}^3$  y con la dosificación óptima de  $1.20 \text{ lt/m}^3$  de terrasil + 10% CHE se obtuvo el valor de  $1.994 \text{ g/cm}^3$ , el cual es un indicativo en el mejoramiento de su propiedad mecánica del suelo nativo adicionado, y según las diferentes dosificaciones del terrasil junto con el 15% de CHE, los valores tienden a disminuir por lo que se determina la mejora dosificación es del 10% de CHE.

Conclusión 5: De igual manera se verifico la influencia en la capacidad de soporte CBR con las diferentes adiciones aplicadas del aditivo terrasil y ceniza de hojas de eucalipto, mejorando de manera óptima y considerable los valores de CBR, cambiando así su categorización de la subrasante, donde el mejor resultado alcanzado se obtuvo con la dosificación de  $1.20 \text{ lt/m}^3$  de terrasil + 10% CHE, incrementado de 3.5% a 19.8%, pasando así de considerarse una subrasante pobre a una subrasante buena e igual que los anteriores conclusiones descritas el terrasil junto con el 15% de CHE, los valores tienden a disminuir por lo que se determina la mejora dosificación es del 10% de CHE.

## VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1: Se recomienda a continuar con las nuevas alternativas sobre la estabilización y el mejoramiento de subrasantes críticas a nivel de carreteras, y generalizar dosificaciones óptimas y adecuadas de acuerdo con cada necesidad requerido al momento de diseñar pavimentos afirmados, pavimentos rígidos o flexibles, y así tener múltiples alternativas de estabilización diferentes a las que nos indica el MTC.

Recomendación 2: Se recomienda optar la dosificación óptima recomendada la cual es 1.20 lt/m<sup>3</sup> + 10% de ceniza de hojas de eucalipto, como es el caso en la capacidad de soporte CBR, se podrá estimar el valor de CBR óptimo de acuerdo con la necesidad de un proyecto específico, ya que esta investigación se muestra resultados óptimos con el 0.80 lt/m<sup>3</sup> y 1.20 lt/m<sup>3</sup> de terrasil con el 5% y 10% de CHE, de la cual se puede interpolar las dosificaciones de acuerdo al CBR requerido.

Recomendación 3: Se recomienda optar por nuevas alternativas de adición que acompañen al terrasil, ya que es muy común emplearlo con el cemento, para la presente investigación la adición de ceniza de hojas de eucalipto mostro resultados favorables, pero con 5% y 10% de adición, caso contrario sucede con el 15% de ceniza donde los valores no son los recomendables a usar ya que difieren mucho con las anteriores.

Recomendación 4: Se recomienda realizar el estudio de impacto ambiental de acuerdo con la obtención de ceniza de hojas de eucalipto, y que esta no influya de manera negativa sobre el medio ambiente, ya que esta ceniza obtenida de las hojas de eucalipto es un insumo que sirve y aporta mucho sobre el mejoramiento de los suelos a nivel de subrasante.

## REFERENCIAS

1. PÉREZ, Gabriel. Caminos rurales: Vías claves para la producción, la conectividad y el desarrollo territorial. *Facilitación Comercio y Logística en América Latina y El Caribe*. CEPAL: 2020, Boletín N°377, Vol. 1. pp. 1-18, ISSN: 1564-4227. [fecha de consulta: 15 febrero 2022]. Disponible en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45781/1/S2000418\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45781/1/S2000418_es.pdf)
2. Banco de Desarrollo de América Latina. Las carreteras de América Latina no están suficientemente preparadas para enfrentar el cambio climático. [en línea] [fecha de consulta: 15 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2018/10/las-carreteras-de-america-latina-no-estan-suficientemente-preparadas-para-enfrentar-el-cambio-climatico/>
3. MTC. Diagnóstico de la Situación de las Brechas de Infraestructura o de Accesos a Servicios. *Programa Multianual de Inversiones 2021 -2023*. Lima: 2020. [Fecha de consulta: 16 de mayo de 2022]. Disponible en: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/477819/Diagnostico\\_Brechas\\_PMI2021-2023.PDF](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/477819/Diagnostico_Brechas_PMI2021-2023.PDF)
4. MAS SANDOVAL, José Luis. *Estabilización de la Subrasante con ceniza de cáscara de arroz, y aditivo terrasil en la carretera Cashac - Cuelcacha, Quinjalca, Chachapoyas 2021*. Tesis de grado (Ingeniería Civil). Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2021. [Fecha de consulta: 04 abril 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/83361>
5. TUPIA ASTOCONDOR, Gladys Karla. *Estabilización de suelos en la subrasante con cenizas de hojas de eucaliptos en la avenida Juan Velazco – Carabayllo en Lima, 2021*. Tesis de grado (Ingeniería Civil). Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2021. [Fecha de consulta: 04 abril 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/83124>

6. HOYLE VEGA, Priscila María y RODRIGUEZ LOPEZ, Carlos Alberto. *Estabilización del suelo de la trocha carrozable con fibras de raquis de musa paradisiaca y cenizas de hojas eucaliptus de los caseríos Canchas a Colcap, Jimbe, Santa, Áncash – 2019. Tesis de grado (Ingeniería Civil). Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2021. [Fecha de consulta: 03 de abril 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46335>*
  
7. RODRIGUEZ VINCES, Diego Israel. *Análisis comparativo de la compactación y humedad de la subrasante natural y la subrasante utilizando productos químicos biodegradables (Terrasil), de la vía ecológica del Cantón Quevedo, provincia de Los Ríos. Tesis de grado (Ingeniería Civil). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, 2016. [Fecha de consulta: 22 febrero 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/23558>*
  
8. BARRAGAN GARZON, Camilo Andrés y CUERVO CAMACHO, Harold Alexander. *Análisis del comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blanco a un suelo areno – arcilloso. Tesis de grado (Ingeniería Civil). Universidad Piloto de Colombia Sección Alto Magdalena, Colombia, 2019. [Fecha de consulta: 05 abril 2022]. Disponible en: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6488/an%c3%81lisis%20del%20comportamiento%20fisico-mecanico%20de%20la%20adici%c3%93n%20de%20ceniza%20de%20cascarilla%20de%20arroz%20de%20variedad%20blanco%20a%20un%20suelo%20areno%20arcilloso%2010-10-2019.pdf?sequence=1&isallowed=y>*
  
9. OLUMUYIWA S. Aderinola and EMEKA S. Nnochiri, 2017. Stabilizing Lateritic Soil Using Terrasil Solution. *SSP – JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING*. Nigeria: De Gruyter Open, vol. 12, Issue 1, pp. 19 – 28. Available in: <https://www.ingentaconnect.com/content/doaj/13369024/2017/00000012/0000001/art00002;jsessionid=3898gx0g8uhkn.x-ic-live-03>

10. OLANIYAN O.S y AJILEYE V.O, 2018. Strength characteristics of lateritic soil stabilized with terrasil and Zycobond nano chemicals. *International Journal of Civil Engineering (IJCE)*. Nigeria: International Academy of Science, Engineering and Technology, vol. 7, Issue 2, pp. 1 – 12. ISSN (P): 2278-9987, ISSN (E): 2278-9995. Available in: [https://scholar.google.com.pe/scholar?q=strength+characteristics+of+lateritic+soil+stabilized+with+terrasil+and+zycobond+nanno+chemicals&hl=es&as\\_sdt=0&as\\_vis=1&oi=scholart](https://scholar.google.com.pe/scholar?q=strength+characteristics+of+lateritic+soil+stabilized+with+terrasil+and+zycobond+nanno+chemicals&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart)
  
11. QUISPE VILCA, Dante, 2021. Estabilización de suelos expansivos con cenizas de mazorca de maíz en la ciudad del Cuzco. *Ambiente, Comportamiento y Sociedad*. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, vol. 4, Issue 2, pp. 75-86. SSN 2709-8219X Disponible en: <https://revistas.unsaac.edu.pe/index.php/ACS/article/view/808>
  
12. OLUYEMI, Ayibiowu, OLAOLU G., Fedugba,2019. Strength Characteristics of Lateritic Soil Stabilized with Terrasil. *The international journal of science & technoledge*. Nigeria: THEIJST, vol.7, Issue 1, pp. 69-76. ISSN: 2321-919X. Available in: [10.24940/theijst/2019/v7/i1/141500-339969-2-SM](https://www.theijst.com/2019/v7/i1/141500-339969-2-SM)
  
13. NANDAN A., Patel, CHANDRAVADAN, Mishra, VASU, Pancholi, 2015. Scientifically Surveying the Usage of Terrasil Chemical for Soil Stabilization. *International Journal of Research in Advent Technology*. India: vol.3, Issue 6, pp. 77 – 84. E-ISSN: 2321-9637. Available in: <https://www.researchgate.net/publication/321212300>
  
14. KUMAR YADAV, Anjani *et al*, 2017. Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads. *International Journal of Pavement Research and Technology*. India: vol.10, pp 254-261 Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1996681416301493>

15. OPTIMASOIL Nanotechnology [en línea] [fecha de consulta: 26 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.optimasoil.com/terrasil/>
16. MONTEJO RODOLFO, Ramal, RAYMUNDO JUÁREZ, José Emmanuel y CHÁVEZ ANCAJIMA, Jhonatan Smith. Materiales alternativos para estabilizar suelos: El uso de ceniza de Cáscara de Arroz en Vías de Bajo Tránsito de Piura. *Tzhoeco*.2020, Vol. 12, pp. 131-140- ISSN: 1997:8731. [Fecha de consulta: 08 de abril de 2022]. Disponible en:<http://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/1251/1082>
17. NAVARRO, Pedreño *et al.* *Residuos Orgánicos y Agricultura*.1ra. Ed. España: Espagrafic,1995. ISBN: 84-7908-194-5. [ Fecha de Consulta: 08 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.ingenieroambiental.com/2040/Residuos%20organicos%20y%20agricultura.pdf>
18. PARDO, Antonio y DE LUXAN, Pilar, 1988. Normalización Española sobre Cenizas Volantes (Normas UNE). *Informes de la Construcción*. España: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, vol.39, N°394, pp 57-64. Disponible en: [https://digital.csic.es/bitstream/10261/92915/1/Informes%20de%20la%20Construcci%C3%B3n%2039\(394\)%2057-64%20\(1988\).pdf](https://digital.csic.es/bitstream/10261/92915/1/Informes%20de%20la%20Construcci%C3%B3n%2039(394)%2057-64%20(1988).pdf)
19. *Plantas Medicinales: El Eucalipto* [en línea] [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: <https://perudesconocido.pe/plantas-medicinales/plantas-medicinales-el-eucalipto.html>
20. TUPIA ASTOCONDOR, Gladys Karla. *Estabilización de suelos en la subrasante con cenizas de hojas de eucaliptos en la avenida Juan Velazco – Carabayllo en Lima, 2021*. Tesis de grado (Ingeniería Civil). Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2021. [Fecha de consulta: 04 abril 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/83124>

21. CEDEX, 2011. *Cenizas volantes de carbón y cenizas de hogar o escorias*. España: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente [en línea] [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: <https://cutt.ly/4F8L4us>
22. KOSMATKA, H. Steven *et al. Diseño y control de mezclas de concreto*. [en línea]. 1ra Edición. Estados Unidos: Portland Cement Association.2004. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. ISBN 0-89312-233-5. Disponible en [https://www.academia.edu/33383752/Dise%C3%B1o\\_Y\\_Control\\_De\\_Mezclas\\_De\\_Concreto\\_Steven\\_H\\_Kosmatka\\_Beatrice\\_Kerkhoff\\_and\\_William\\_C\\_Panarese\\_1ra\\_Edici%C3%B3n](https://www.academia.edu/33383752/Dise%C3%B1o_Y_Control_De_Mezclas_De_Concreto_Steven_H_Kosmatka_Beatrice_Kerkhoff_and_William_C_Panarese_1ra_Edici%C3%B3n)
23. RIVVA LÓPEZ, Enrique. *Naturaleza y Materiales del Concreto*.1ro Edición. Lima, Perú: Capitulo peruano ACI. 2000. [fecha de consulta: 08 de abril 2022] Disponible en <https://es.scribd.com/doc/298319772/Materiales-Para-El-Concreto-Enrique-Rivva-Lopez#logout>
24. OPTIMASOIL, Nanotechnology. 2015. *Ficha Técnica de Terrasil*. 2015. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: [https://issuu.com/optimasoil/docs/ftp\\_02\\_terrasil\\_optimasoil](https://issuu.com/optimasoil/docs/ftp_02_terrasil_optimasoil)
25. BREM, Environmental Solutions. 2015. *Ficha Técnica*. Lima: s.n., 2015. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/418492619/2015-FTP-02-Terrasil-Ficha-Tecnica-1>
26. BREM, Environmental Solutions. 2015. *Ficha Técnica*. Lima: s.n., 2015. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/418492619/2015-FTP-02-Terrasil-Ficha-Tecnica-1>
27. OPTIMASOIL, Nanotechnology. 2015. *Ficha Técnica de Terrasil*. 2015. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: [https://issuu.com/optimasoil/docs/ftp\\_02\\_terrasil\\_optimasoil](https://issuu.com/optimasoil/docs/ftp_02_terrasil_optimasoil)

28. MTC. *Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos*. Lima. MTC, 2014. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/mtc%20normas/arch\\_pdf/man\\_7%20sggp-2014.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/mtc%20normas/arch_pdf/man_7%20sggp-2014.pdf)
29. MTC. *Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos*. Lima: MTC,2013. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)
30. MONTEJO FONSECA, Alfonso. *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. Colombia: Ágora Editores, 2002. ISBN: 958-96036-2-9. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria\\_de\\_pavimentos\\_Alfonso\\_Montejo\\_Fonseca](https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria_de_pavimentos_Alfonso_Montejo_Fonseca)
31. MTC. *Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos*. Lima: MTC,2013. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)
32. CAMPOS RODRIGUEZ Jorge y GUARDIA NIÑO DE GUZMAN Germán. *Apoyo didáctico al aprendizaje de la mecánica de suelos mediante problemas resueltos*. Tesis de grado (Ingeniería Civil). Universidad Mayor de San Simón. Bolivia, 2005. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: <https://docer.com.ar/doc/v81v1s>
33. BECERRA SALAS, Mario. *Tópicos de Pavimentos de Concreto, Diseño, Construcción y Supervisión*. Volumen 1. Lima: Flujo Libre, 2012. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en:

[https://www.academia.edu/9036949/Autor\\_T%C3%B3picos\\_de\\_Pavimentos\\_de\\_Concreto](https://www.academia.edu/9036949/Autor_T%C3%B3picos_de_Pavimentos_de_Concreto)

34. BAÑÓN BLÁZQUEZ, Luis y BEVÍA GARCÍA, José. *Manual de carreteras. Construcción y Mantenimiento*. Volumen 2. Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A. España, 2000. ISBN: 84-607-0123-9 pág. 15-16. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/29706537/Manual\\_de\\_Carreteras\\_Parte\\_2\\_pdf](https://www.academia.edu/29706537/Manual_de_Carreteras_Parte_2_pdf)
35. JUÁREZ BADILLO, Eulalio y RICO RODRÍGUEZ, Alfonso. *Mecánica de Suelos 1: Fundamentos de la Mecánica de suelos*. Primera Edición. México: Editores Lima USA, 2005. ISBN:968-18-0069-9. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/38530731/Mec%C3%A1nica\\_de\\_suelos\\_Tomo\\_I\\_Eulalio\\_Ju%C3%A1rez\\_Badillo\\_y\\_Alfonso\\_Rico\\_Rodr%C3%ADguez](https://www.academia.edu/38530731/Mec%C3%A1nica_de_suelos_Tomo_I_Eulalio_Ju%C3%A1rez_Badillo_y_Alfonso_Rico_Rodr%C3%ADguez)
36. CASTELETTI, José Isidro. *Nociones de Mecánica de suelos*. Segunda Edición. Venezuela. Universidad de Los Andes, 2018. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: <https://www.udocz.com/apuntes/103471/nociones-mecanica-de-suelos-isisidro-casteletti>
37. MINISTERIO DE OBRAS HIDRAULICAS. *Manuel de Carreteras: Procedimientos de estudios viales*. Chile: Dirección de Viabilidad, 2018. Vol.2 pág. 429. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-de-carreteras-chile-procedimientos-estudios-viales.pdf>
38. BAÑÓN BLÁZQUEZ, Luis y BEVÍA GARCÍA, José. *Manual de carreteras. Construcción y Mantenimiento*. Volumen 2. Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A. España, 2000. ISBN: 84-607-0123-9 pág. 15-16. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/29706537/Manual\\_de\\_Carreteras\\_Parte\\_2\\_pdf](https://www.academia.edu/29706537/Manual_de_Carreteras_Parte_2_pdf)

39. CAMPOS RODRIGUEZ Jorge y GUARDIA NIÑO DE GUZMAN Germán. *Apoyo didáctico al aprendizaje de la mecánica de suelos mediante problemas resueltos*. Tesis de grado (Ingeniería Civil). Universidad Mayor de San Simón. Bolivia, 2005. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: <https://docer.com.ar/doc/v81v1s>
40. NTP 339.129. *Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos*. Perú: INACAL,2019. Pág. 15 – 17. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/474697212/NTP-339-129>
41. ASTM INTERNATIONAL - 4318. 2000. *Límite Líquido, Límite de plástico, y el índice de plasticidad de los suelos*. Pennsylvania: s.n., 2000. Vol.2. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: <https://ensayosdelaboratoriosuelos.files.wordpress.com/2015/12/traduccic3b3n-astm-d4318.pdf>
42. NTP 339.129. *Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos*. Perú: INACAL,2019. Pág. 17 – 19. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/474697212/NTP-339-129>.
43. BAÑON BLÁZQUEZ, Luis y BEVÍA GARCÍA, José. *Manual de carreteras. Construcción y Mantenimiento*. Volumen 2. Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A. España, 2000. ISBN: 84-607-0123-9 pág. 15-16. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/29706537/Manual\\_de\\_Carreteras\\_Parte\\_2\\_pdf](https://www.academia.edu/29706537/Manual_de_Carreteras_Parte_2_pdf)
44. BRAJA M., Das. 2001. *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. Primera Edición. México, Internacional Thomson Editores S.A., 2001. ISBN: 0-534-37114-5. pág. 29. [Fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: <https://docer.com.ar/doc/n8v0ne0>

45. MTC. *Manual De Ensayo De Materiales*. Dirección de Caminos y Ferrocarriles. Lima, 2016. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
46. BRAJA M., Das. *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. Cuarta Edición. México, Cengage Learning Editores S.A.,2015. ISBN: 978-1-111-57675-2 [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: [https://issuu.com/cengagelatam/docs/fundamentos\\_de\\_ingenieria\\_low\\_1\\_iss](https://issuu.com/cengagelatam/docs/fundamentos_de_ingenieria_low_1_iss)
47. AGUIRRE MEJIA, Víctor, YÉPEZ ANDINO, Silvana. *Manual de laboratorio para los ensayos de propiedades físicas y mecánicas de los suelos*. Tesis de Grado (Ingeniería Civil). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Ecuador, 2019. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17839?mode=full>
48. MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES. *Manual de carreteras de Paraguay*. Asunción. Visualmente, 2019. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: <http://apcarreteras.org.py/wp-content/uploads/2019/08/UNIDAD-6-ENSAYOS-DE-MATERIALES-PARA-CONSTRUCCION-DE-CARRETERAS.pdf>
49. NTP 339.141.1999 *Proctor Modificado*. Perú: INACAL,2019. Pág. 1 – 11. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/358459633/Lab3-NTP-339-141-1999-Proctor-Modificado>
50. NTP 339.141.1999 *Proctor Modificado*. Perú: INACAL,2019. Pág. 1 – 11. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/358459633/Lab3-NTP-339-141-1999-Proctor-Modificado>

51. ZAMBRANO ZAMBRANO, Wilmer Eduardo. 2015. *Diseño estructural de Pavimentos*. Primera Edición. Ecuador: Machala, 2015. ISBN: 978-9978-316-31-3 pág. 41. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6744>
52. NTP 339.145. *Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio*. Perú: INACAL, 2019. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: <https://www.doccity.com/es/ntp-339-145-ensayo-cbr/7277384/>
53. MTC. *Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos*. Lima. MTC, 2014. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/mtc%20normas/arch\\_pdf/man\\_7%20sggp-2014.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/mtc%20normas/arch_pdf/man_7%20sggp-2014.pdf)
54. IBÁÑEZ, Romualdo y MONCADA N. Fernando. *El Resumen de artículos de investigación científica: Variación disciplinar a nivel local y global*. Spanish in Context. 2017, Vol. 14, p.p. 273-308 ISSN: 1571-0718. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: <https://www.jbe-platform.com/content/journals/10.1075/sic.14.2.06iba>
55. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar. *Metodología de la investigación*. 6ta. Ed. México D.F.: McGraw - Hill, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
56. G. ARIAS, Fidias. *El Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología Científica*. 6ta Ed. Venezuela, 2012. ISBN: 980-07-8529-9. [ Fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: [https://issuu.com/fidiasgerardoarias/docs/fidias\\_g.arias.el\\_proyecto\\_de\\_in](https://issuu.com/fidiasgerardoarias/docs/fidias_g.arias.el_proyecto_de_in)  
[v](#)

57. DIAZ CARRASCO, Sergio. *Metodología de la investigación científica*. 1ra. Ed. Lima, 2005. Edit. San Marcos. ISBN: 9972-34-242-5 [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/26909781/Metodologia\\_de\\_La\\_Investigacion\\_Cientifica\\_Carrasco\\_Diaz\\_1](https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1)
58. DIAZ CARRASCO, Sergio. *Metodología de la investigación científica*. 1ra. Ed. Lima, 2005. Edit. San Marcos. ISBN: 9972-34-242-5 [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/26909781/Metodologia\\_de\\_La\\_Investigacion\\_Cientifica\\_Carrasco\\_Diaz\\_1](https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1)
59. SUPO, José. *Seminarios de Investigación Científica: Metodología De La Investigación Para Las Ciencias De La Salud*. 2da. Ed. Estados Unidos, 2014. Create Space Independent. ISBN-10: 1503349853. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: <https://www.amazon.com/-/es/Dr-Jos%C3%A9-Supo/dp/1503349853>
60. DIAZ CARRASCO, Sergio. *Metodología de la investigación científica*. 1ra. Ed. Lima, 2005. Edit. San Marcos. ISBN: 9972-34-242-5 [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/26909781/Metodologia\\_de\\_La\\_Investigacion\\_Cientifica\\_Carrasco\\_Diaz\\_1](https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1)
61. DIAZ CARRASCO, Sergio. *Metodología de la investigación científica*. 1ra. Ed. Lima, 2005. Edit. San Marcos. ISBN: 9972-34-242-5 [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/26909781/Metodologia\\_de\\_La\\_Investigacion\\_Cientifica\\_Carrasco\\_Diaz\\_1](https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1)
62. VARA HORNA, Arístides Alfredo. *Desde la idea hasta la sustentación: 7 pasos para una tesis exitosa*. 3ra. Ed. Lima, Universidad de San Martín de Porres, 2012. [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en:

<https://www.administracion.usmp.edu.pe/investigacion/files/7-PASOS-PARA-UNA-TESIS-EXITOSA-Desde-la-idea-inicial-hasta-la-sustentaci%C3%B3n.pdf>

63. DIAZ CARRASCO, Sergio. *Metodología de la investigación científica*. 1ra. Ed. Lima, 2005. Edit. San Marcos. ISBN: 9972-34-242-5 [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/26909781/Metodologia de La Investigacion Cientifica Carrasco Diaz 1](https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1)
64. ZORRILLA ARENA, Santiago y TORRES XAMMAR, Miguel. *Guía para elaborar la tesis*. 2a. ed. México, McGraw - Hill, 1992. ISBN:970-10-0139-7 [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: <file:///C:/Users/HP%20SUPPORT/Downloads/Gu%C3%ADa%20para%20elaborar%20la%20Tesis%20ZORILLA.pdf>
65. DIAZ CARRASCO, Sergio. *Metodología de la investigación científica*. 1ra. Ed. Lima, 2005. Edit. San Marcos. ISBN: 9972-34-242-5 [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/26909781/Metodologia de La Investigacion Cientifica Carrasco Diaz 1](https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1)
66. DIAZ CARRASCO, Sergio. *Metodología de la investigación científica*. 1ra. Ed. Lima, 2005. Edit. San Marcos. ISBN: 9972-34-242-5 [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/26909781/Metodologia de La Investigacion Cientifica Carrasco Diaz 1](https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1)
67. DIAZ CARRASCO, Sergio. *Metodología de la investigación científica*. 1ra. Ed. Lima, 2005. Edit. San Marcos. ISBN: 9972-34-242-5 [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/26909781/Metodologia de La Investigacion Cientifica Carrasco Diaz 1](https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1)

68. DIAZ CARRASCO, Sergio. *Metodología de la investigación científica*. 1ra. Ed. Lima, 2005. Edit. San Marcos. ISBN: 9972-34-242-5 [fecha de consulta: 08 de abril 2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/26909781/Metodologia de La Investigacion Cientifica Carrasco Diaz 1](https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1)

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Título: Adición del Terrasil y ceniza de hojas de eucalipto para mejorar la subrasante del camino vecinal Socos - Yanayacu, Ayacucho, 2022					
Autores: García Cisneros Alicia Mónica / Ludeña Cardenas Wilinton Fillol					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Variable Independiente 1 Terrasil	El Terrasil es un impermeabilizador a medida nanométrica, duradero en tiempo y soluble en agua. Su estructura se basa en un organosilanos de quinta generación, reactivo a la temperatura ambiente y estable hidrolíticamente. Provee una impermeabilización fija en los áridos, a la vez optimiza la compactación con menor humedad de compactación. (optimasoil, 2010, p. 03)	El Terrasil se aplica en el ámbito de la estabilización de suelos entendida como la optimización de las propiedades mecánicas, físicas, hidráulicas y conservación de las mismas frente a largos periodos y el pasar de las cargas vehiculares.	Dosificación	0.80 lt/m3, 1.20 lt/m3, 1.60 lt/m3 Ficha de especificaciones técnicas	Razón
Variable Independiente 2 Ceniza de hojas de eucalipto	La calcinación de la hoja de eucalipto se da en quemar en un horno de mufla y recipiente es muy relevante es en 600°C. El HP es 12.02 ya composición química de la ceniza hoja de eucalipto es la siguientes (Tupia, 2021 p. 11)	Se conceptualiza como aquel "polvo fino con partículas cristalinas principalmente esféricas, producto de la combustión de carbón pulverizado", con contenido puzolánico propiedades y que consiste principalmente en SiO2 y Al2O3.	Dosificación	5.0 %, 10.0 %, 15.0 % Características químicas de quemado de ceniza.	Razón
Variable Dependiente Subrasante	La subrasante se define como la superficie del pavimento terminado en el nivel de excavación (corte y relleno) sobre el cual se ubica el pavimento o estructura de pavimento. El terraplén es la ubicación directa de la estructura del pavimento y forma parte del prisma de la carretera, construido entre un terreno naturalmente plano o explanado y la estructura del pavimento (MTC, 2013, p. 23)	Es una capa contenida en la superficie natural, además de actuar como soporte del pavimento. Al diseñar el pavimento, es necesario determinar la capa del subsuelo y luego realizar pruebas de campo y laboratorio para obtener las propiedades del suelo. Si el suelo de la subrasante está sometida a cambios de volumen puede dañar seriamente su estructura, por lo que se necesitan algunos aditivos para estabilizar el suelo.	Propiedades Físicas	Límite líquido (LL), Límite Plástico (LP), Índice Plástico (%)	Razón
			Propiedades Mecánicas	OCH Óptimo Contenido de Humedad (%)	Intervalo
				MDS Máxima densidad seca ( kg/m³)	Razón
				Capacidad de soporte del suelo CBR (%)	Intervalo - Razón

## Anexo 2. Matriz de consistencia

Título: Adición del Terrasil y ceniza de hojas de eucalipto para mejorar la subrasante del camino vecinal Socos - Yanayacu, Ayacucho, 2022							
Autores: García Cisneros Alicia Mónica / Ludeña Cardenas Wilinton Fillol							
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>Variable 1 VI Terrasil</b>	Dosificación	0.80 lt/m3, 1.20 lt/m3, 1.60 lt/m3	Ficha Técnica	Tipo de investigación <b>APLICADA</b>  Enfoque de investigación <b>CUANTITATIVO</b>
¿De qué manera la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto influye en la subrasante del camino vecinal Socos-Yanayacu, Ayacucho, 2022?	Determinar la influencia de la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto en la subrasante del camino vecinal Socos-Yanayacu, Ayacucho, 2022	El terrasil y ceniza de hojas de eucalipto influye en la subrasante del camino vecinal Socos - Yanayacu, Ayacucho, 2022	<b>Variable 2 VI Ceniza de hojas de eucalipto</b>	Dosificación	5.0 %, 10.0 %, 15.0 %	Balanza	
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>	<b>Variable 3 VD subrasante</b>	Propiedades Físicas	Límite líquido (LL), Límite Plástico (LP), Índice Plástico (%)	Ensayos de límites de consistencia MTC E 110 MTC E 111 NTP 339.129 ASTM D-4318	El diseño de la investigación <b>EXPERIMENTAL</b> DEL TIPO <b>CUASI</b> <b>EXPERIMENTAL</b>  El nivel de la investigación: <b>EXPLICATIVO</b>  Población: <b>SUELOS DE SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS-YANAYACU</b>  Muestra: <b>07 CALICATAS EXTRAIDAS DEL SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE</b>  Muestreo: <b>NO</b> <b>PROBABILISTICO</b>
¿De qué manera la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto influye en el índice de plasticidad en la subrasante del camino vecinal Socos -Yanayacu, Ayacucho, 2022?	Determinar la influencia de la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto en el índice de plasticidad de subrasante del camino vecinal Socos-Yanayacu, Ayacucho, 2022	El terrasil y ceniza de hojas de eucalipto influye en el índice de plasticidad en la subrasante del camino vecinal Socos-Yanayacu, Ayacucho, 2022					
¿De qué manera la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto influye en el óptimo contenido de humedad en la subrasante del camino vecinal Socos-Yanayacu, Ayacucho, 2022?	Determinar la influencia de la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto en el óptimo contenido de humedad en la subrasante del camino vecinal Socos-Yanayacu, Ayacucho, 2022	El terrasil y ceniza de hojas de eucalipto influye en el óptimo contenido de humedad en la subrasante del camino vecinal Socos-Yanayacu, Ayacucho, 2022					
¿De qué manera la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto influye en la máxima densidad seca en la subrasante del camino vecinal Socos-Yanayacu, Ayacucho, 2022?	Determinar la influencia de la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto en la máxima densidad seca en la subrasante del camino vecinal Socos-Yanayacu, Ayacucho, 2022	El terrasil y ceniza de hojas de eucalipto influye en la máxima densidad seca en la subrasante del camino vecinal Socos-Yanayacu, Ayacucho, 2022					
¿De qué manera la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto influye en la capacidad de soporte del suelo en la subrasante del camino vecinal Socos-Yanayacu, Ayacucho, 2022?	Determinar la influencia de la adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto en la capacidad de soporte del suelo en la subrasante del camino vecinal Socos-Yanayacu, Ayacucho, 2022.	El terrasil y ceniza de hojas de eucalipto influye en la capacidad de soporte del suelo en la subrasante del camino vecinal Socos-Yanayacu, Ayacucho, 2022					
				Propiedades Mecánicas	OCH Óptimo contenido de Humedad (%)	Ensayo Proctor Modificado NTP 339.127 MTC E 108 MTC E 115 ASTM D-1557	
					MDS Máxima densidad seca ( tn/m³)	Ensayo Proctor Modificado NTP 339.127 MTC E 108 MTC E 115 ASTM D-1557	
					Capacidad de soporte del suelo (%)	Ensayo de CBR MTC E 132 NTP 339.145 ASTM D-1883	

Anexo3. Instrumentos de recolección de datos

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

Proyecto :

Trazabilidad :

Solicitante :

Exploración :

Estrato / Nivel :

Región/Provinc. :

Distrito :

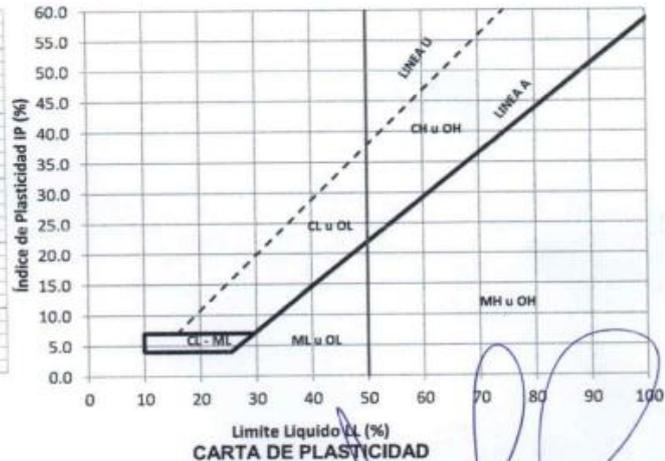
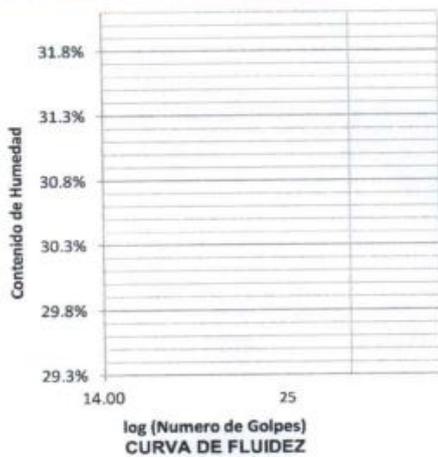
Lugar :

Fecha :

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)					
	RECIPIENTE	N°			
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr			
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr			
3	PESO RECIPIENTE	gr			
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr			
5	PESO SECO (2)-(4)	gr			
6	HUMEDAD	%			
<b>LIMITE PLÁSTICO</b>		<b>%</b>			

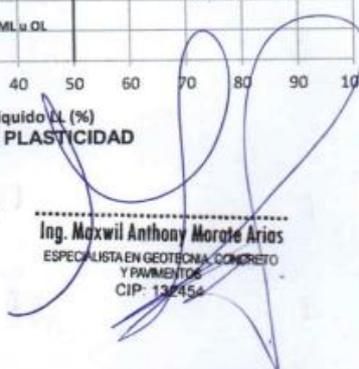
DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)					
	RECIPIENTE	N°	PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO		UNIPUNTO
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr			
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr			
3	PESO RECIPIENTE	gr			
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr			
5	PESO SECO (2)-(4)	gr			
6	HUMEDAD	%			
7	NUMERO DE GOLPES	N°			
<b>LIMITE LIQUIDO</b>		<b>%</b>			

**INDICE PLÁSTICO (%) IP=LL-LP= 0.0%**



  
**Brayan J. Dueñas Congachi**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 270182

  
**Ing. Efrain A. Calderón Almidón**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 259314

  
**Ing. Maxwell Anthony Morote Arias**  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO  
 Y PAVIMENTOS  
 CIP: 132454

	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO (MTC E 107)	
--	---	--

Proyecto :

Trazabilidad :

Solicitante :

Exploración :

Estrato/Nivel :

Región/Provinc. :

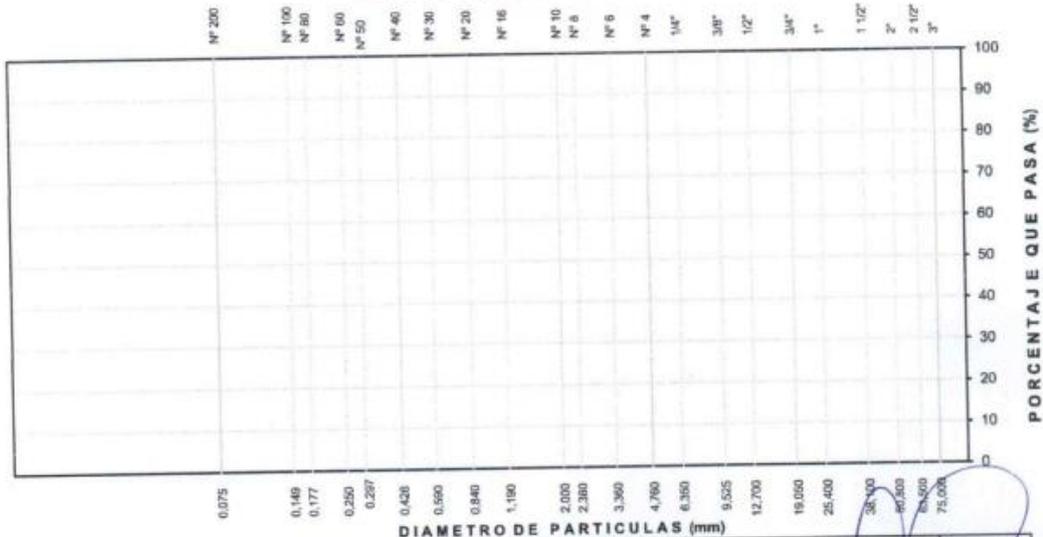
Distrito :

Lugar :

Fecha :

	TAMIZ	Abertura	PESO (gr)	% RETEN	% RETEN	% QUE	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
	ASTM	(mm)	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	75.000					ENSAYOS ESTÁNDAR
	2 1/2"	63.500					Peso seco inicial (gr)
	2"	50.800					Peso seco lavado (gr)
	1 1/2"	38.100					Pérdida por lavado (gr)
	1"	25.400					Humedad (%)
	3/4"	19.000					<b>% Grava</b>
	1/2"	12.700					% Grava gruesa
	3/8"	9.500					% Grava fina
	1/4"	6.350					<b>% Arena</b>
	Nº 4	4.760					% Arena gruesa
	Nº 8	2.360					% Arena media
	Nº 10	2.000					% Arena fina
	Nº 16	1.100					<b>% de Finos</b>
	Nº 30	0.590					D <sub>10</sub> = D <sub>60mm</sub> =
	Nº 40	0.425					D <sub>20mm</sub> =
	Nº 50	0.297					D <sub>60mm</sub> =
Nº 100	0.149					Cu =	
Nº 200	0.075					Cc =	
Lavado							CLASIFICACIÓN
TOTAL							AASHTO Clasificación SUCS

### CURVA GRANULOMÉTRICA



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



**Brayan J. Dueñas Congachi**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. Nº 270162



**Ing. Efraim A. Calderón Almudón**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 259314

**Ing. Maxwil Anthony Morote Arias**  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO  
Y PAVIMENTOS  
CIP: 132454

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD PARA SUELOS (MTC E 108)</b>	
--	---	--

Proyecto :

Trazabilidad :

Región/Prov. :

Solicitante :

Distrito :

Exploración :

Lugar :

Estrato/Nivel :

Fecha :

<b>DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD</b>			
------------------------------------	--	--	--

RECIPIENTE	Nº		
PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr		
PESO SUELO SECO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr		
PESO RECIPIENTE	gr		
PESO AGUA EN LA MUESTRA	gr		
PESO SECO DE LA MUESTRA	gr		
HUMEDAD	%		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>%</b>		

*Brayan J. Duenas*

**Brayan J. Duenas Congachi**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 270162

*E. Calderón*

**Ing. Efraim A. Calderón Almición**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 259314

*Maxwil Anthony Morote*

**Ing. Maxwil Anthony Morote Arias**  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO  
Y PAVIMENTOS  
CIP: 152454

	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)</b>	
--	--	--

Proyecto :

Trazabilidad :	Región/Provinc. :
Solicitante :	Distrito :
Exploración :	Lugar :
Estrato/Nivel :	Fecha :

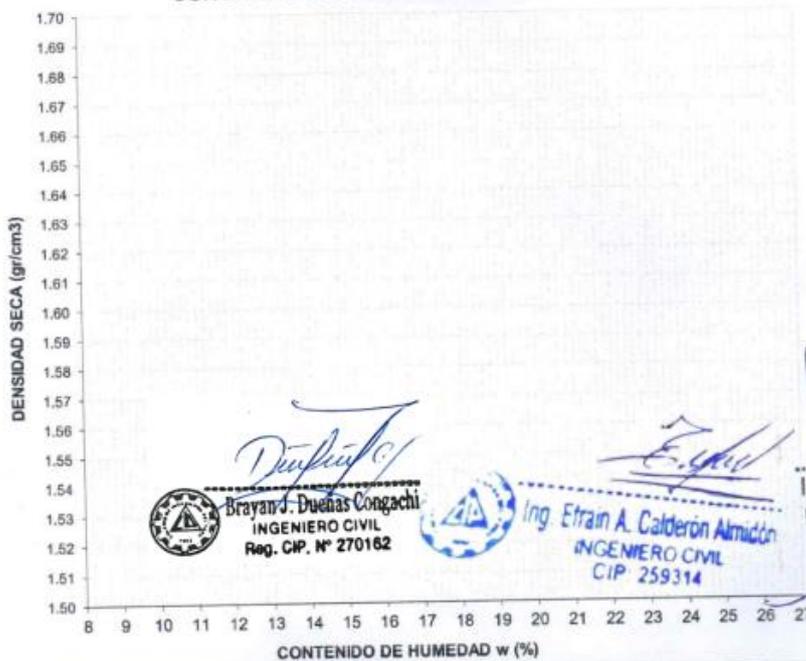
<b>DATOS DEL ENSAYO</b>
-------------------------

Clasificación SUCS :	<b>METODO A</b>
Clasificación AASHTO :	Capas : 5.00      Golpes/Capa 25
% Retenido acumulado malla N° 4 :	Material Pasante a usar    PASA N° 4
% Retenido acumulado malla 3/8" :	Molde (Pulg)      Código
% Retenido acumulado malla 3/4" :	Peso Molde (gr) :      Volumen :

ENSAYO DE COMPACTACIÓN					
Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr				
Peso de la muestra compactada	gr				
Densidad húmeda	gr/cc				
<b>Densidad seca</b>	<b>gr/cc</b>				

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Tarro N°					
Peso tarro + suelo húmedo	gr				
Peso de tarro + suelo seco	gr				
Peso del tarro	gr				
Peso del agua	gr				
Peso del suelo seco	gr				
<b>Contenido de humedad</b>	<b>%</b>				

**CURVA DE PROCTOR MODIFICADO**



OCH Óptimo Contenido de Humedad (%)
MDS Máxima Densidad Seca (tn/m3)

Brayan J. Dueñas Congachi  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 270182

Ing. Efraim A. Calderón Almió  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 259314

Ing. Makwil Anthony Morete Arias  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO  
 Y PAVIMENTOS  
 CIP. 132454

	<b>CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)</b>	
--	--	--

Proyecto :

Trazabilidad :

Región/Pro :

Solicitante :

Distrito :

Exploración :

Lugar :

Estrato/Nivel :

Fecha :

COMPACTACION DEL CBR											
MOLDE N°											
CAPAS N°											
GOLPES POR CAPA											
COND. DE LA MUESTRA		HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO			
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr										
PESO DEL MOLDE	gr										
PESO SUELO HÚM.	gr										
VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>										
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm <sup>3</sup>										
<b>DENSIDAD SECA</b>		<b>gr/cm<sup>3</sup></b>									
Contenido de Humedad		Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	
TARRO N°	Nro.										
TARRO+SUELO HÚM.	gr										
TARRO+SUELO SECO	gr										
PESO DEL TARRO	gr										
% DE HUMEDAD	%										
<b>HUMEDAD</b>		<b>%</b>									
<b>ABSORCIÓN</b>		<b>%</b>									
EXPANSIÓN											
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN			
		mm	%		mm	%		mm	%		
PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000										
0.630	0.025										
1.270	0.050										
1.900	0.075										
2.540	0.100										
3.170	0.125										
3.810	0.150										
4.445	0.175										
5.080	0.200										
7.620	0.300										



*Brayan J. Dueñas Congachi*  
**Brayan J. Dueñas Congachi**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 270162



*Efrain A. Calderón Almuñón*  
**Ing. Efrain A. Calderón Almuñón**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 259314

*Ing. Moxwil Anthony Morote Arias*  
**Ing. Moxwil Anthony Morote Arias**  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO  
 Y PAVIMENTOS  
 CIP: 132554

Anexo 4. Validez

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres : Morote Arias Maxwell Anthony  
 N° de registro CIP : 132454  
 Especialidad : Tecnología, Concreto y Pavimentos.  
 Autores: del instrumento (s): García Cisneros, Alicia Mónica - Ludeña Cardenas, Wilinton Fillol  
 Instrumento de evaluación: Contenido de humedad natural, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo de Proctor Modificado y Ensayo de CBR.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems se mencionan en lenguaje técnico apropiado y libre de ambigüedades en concordancia con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Los ítems del instrumento y sus indicaciones permiten recoger la información objetiva sobre la variable: " TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE" en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	Los instrumentos demuestran vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: " TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE"					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems de los instrumentos muestran organización lógica, definición conceptual y operacional respecto a las variables de modo que permiten hacer inferencias en las hipótesis, problemas y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems de los instrumentos son idóneos en cantidad y calidad de acuerdo con las variables, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems de los instrumentos son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información recolectada a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables: " TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE"					X
METODOLOGÍA	La relación entre las técnicas y los instrumentos propuestos cumplen con la objetividad de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						50

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

III. OPINIÓN DE APLICATIVIDAD

\_\_\_\_\_ Maxwell Anthony Morote Arias  
 \_\_\_\_\_ ESPECIALISTA EN ECONOMÍA CONCRETO  
 \_\_\_\_\_ Y PAVIMENTOS  
 \_\_\_\_\_ CIP: 132454

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50

Ayacucho, 05 de Marzo 2022

**I. DATOS GENERALES**Apellidos y Nombres : Calderón Almedón Efraim ÁngelN° de registro CIP : 259914Especialidad : Ingeniero CivilAutores: del instrumento (s): García Cisneros, Alicia Mónica - Ludeña Cardenas, Wilinton FilolInstrumento de evaluación: Contenido de humedad natural, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo de Proctor Modificado y Ensayo de CBR.**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems se mencionan en lenguaje técnico apropiado y libre de ambigüedades en concordancia con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Los ítems del instrumento y sus indicaciones permiten recoger la información objetiva sobre la variable: "TERRAZO Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE" en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	Los instrumentos demuestran vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: "TERRAZO Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE"					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems de los instrumentos muestran organización lógica, definición conceptual y operacional respecto a las variables de modo que permitan hacer inferencias en las hipótesis, problemas y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems de los instrumentos son idóneos en cantidad y calidad de acuerdo con las variables, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems de los instrumentos son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información recolectada a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables: "TERRAZO Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE"					X
METODOLOGIA	La relación entre las técnicas y los instrumentos propuestos cumplen con la objetividad de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					
PUNTAJE TOTAL						50

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

**III. OPINIÓN DE APLICATIVIDAD**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

50

Ayacucho, 05 de Mayo 2022

**I. DATOS GENERALES**Apellidos y Nombres : Dyaños Cangaño BroyanN° de registro CIP : 2701162Especialidad : Ingeniero CivilAutores: del instrumento (s): García Cisneros, Alicia Mónica - Ludeña Cardenas, Wilinton FiloInstrumento de evaluación: Contenido de humedad natural, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo de Proctor Modificado y Ensayo de CBR.**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems se mencionan en lenguaje técnico apropiado y libre de ambigüedades en concordancia con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Los ítems del instrumento y sus indicaciones permiten recoger la información objetiva sobre la variable: "TERRASE Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE" en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	Los instrumentos demuestran vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovador y legal inherente a la variable: "TERRASE Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE"					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems de los instrumentos muestran organización lógica, definición conceptual y operacional respecto a las variables de modo que permitan hacer inferencias en las hipótesis, problemas y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems de los instrumentos son idóneos en cantidad y calidad de acuerdo con las variables, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems de los instrumentos son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información recolectada a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables: "TERRASE Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE"				X	
METODOLOGÍA	La relación entre las técnicas y los instrumentos propuestos cumplen con la objetividad de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL					47	

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

**III. OPINIÓN DE APLICATIVIDAD**


---



---

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

47

Ayacucho, 05 de Marzo 2022

## Anexo 5. Conteo vehicular

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	TESIS: "Adición del Terrasil y ceniza de hojas de eucalipto para mejorar la subrasante del camino vecinal Socos - Yanayacu, Ayacucho, 2022"
	<b>ESTUDIO DE TRÁFICO</b>

### DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD)

#### 1. RESUMEN DE AFORO DEL TRÁFICO

Medio de Transporte	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Total	%
<b>Vehículos Ligeros (V.L.)</b>									
Automóviles	39.00	27.00	37.00	23.00	18.00	51.00	33.00	228.00	26%
Camionetas	28.00	23.00	33.00	27.00	25.00	32.00	32.00	200.00	23%
Mototaxis	31.00	22.00	32.00	25.00	26.00	31.00	36.00	203.00	23%
Micros / Combi	29.00	19.00	32.00	27.00	23.00	31.00	34.00	195.00	22%
<b>Total de V.L.</b>	<b>127.00</b>	<b>91.00</b>	<b>134.00</b>	<b>102.00</b>	<b>92.00</b>	<b>145.00</b>	<b>135.00</b>	<b>826.00</b>	<b>95%</b>
<b>Vehículos Pesados (V.P.)</b>									
Omnibus 2 Ejes	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
Omnibus 3 Ejes	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
Camión 2 Ejes	4.00	4.00	6.00	5.00	4.00	5.00	3.00	31.00	4%
Camión 3 Ejes	-	-	6.00	4.00	2.00	2.00	2.00	16.00	2%
Camión 4 Ejes	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
Semitrailer 2x3	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
trailers 2T2	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
<b>Total de V.P.</b>	<b>4.00</b>	<b>4.00</b>	<b>12.00</b>	<b>9.00</b>	<b>6.00</b>	<b>7.00</b>	<b>5.00</b>	<b>47.00</b>	<b>5%</b>
<b>Total de Vehículos</b>	<b>131.00</b>	<b>95.00</b>	<b>146.00</b>	<b>111.00</b>	<b>98.00</b>	<b>152.00</b>	<b>140.00</b>	<b>873.00</b>	<b>100%</b>

#### 2. TRÁNSITO MEDIO DIARIO SEMANAL (TMDS)

Se obtiene a través de la siguiente relación

$$TMDS = \frac{TS}{7}$$

TMDS: Tránsito Medio Diario Semanal  
TS: Tránsito durante una semana

En función a esta relación, en el siguiente cuadro se indica el TMDS correspondiente a los diferentes tramos del proyecto

Tránsito Diario (TD i)								TMDS
Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Total	
131.00	95.00	146.00	111.00	98.00	152.00	140.00	873.00	125.00

#### 3. TRÁNSITO MEDIO DIARIO ANUAL (TMDA)

Lo determinamos a partir de la siguiente fórmula

$$TMDA = TMDS \pm K\sigma$$

$$TMDA = TMDS \pm K \frac{S}{\sqrt{n}} \left( \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right)$$

Donde:

- TMDA: Tránsito Medio Diario Anual
- TMDS: Tránsito Medio Diario Semanal
- K: Número de desviaciones estándar correspondiente al nivel de confiabilidad deseado:
  - k = 1.64, para un nivel de confiabilidad del 90%
  - k = 1.96, para un nivel de confiabilidad del 95%
- $\sigma$ : Estimación de la desviación estándar poblacional
- S: Estimación de la desviación estándar muestral
- N: Número de días al año (N=365)
- n: Número de días en una semana (n=7 días)

Días de Aforo "n": n=       Días del año "N": N=       Confiabilidad "k": K=

Cálculo de la Desviación Estándar Muestral "S": S=

Cálculo de la Desviación Estándar Poblacional "σ": σ=

Cálculo del Tránsito Medio Diario Anual "TMDA": Max. (TMDA)=

Mín. (TMDA)=

#### 4. PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO MEDIO DIARIO

TMD =  vehículos/día

Se determina a partir de la siguiente relación:

  
 Ing. Maxwell Anthony Mbroto Arias  
 CIP. 132454  
 ESPECIALISTA EN DISEÑO CONCRETO ARMADO

$$TMDA_n = TMDA_i \times (1 + r)^n$$

Donde:

- TMDAn : Tránsito Medio Diario Anual en el año n
- TMDAi : Tránsito Medio Diario Anual inicial
- r : Razón de crecimiento anual
- n : Número de años a partir del año inicial

Las proyecciones del tránsito de los vehículos se considera para un horizonte de planeamiento de 1 año para los procesos de aprobación, licitación y ejecución de obra y 20 años para el periodo de vida útil de la obra; por lo tanto, el número de años para la proyección del tráfico, a partir del presente año, es de n = 20 años. Con relación a la razón de crecimiento, no se cuenta con registros del flujo de tránsito por años, pero considerando que la calle en estudio, es una calle relativamente joven (por el flujo vehicular que presenta), ya que esta calle integrara nuevas cañales, con viviendas pobladas en proceso de crecimiento y desarrollo, estimamos que la tasa de crecimiento vehicular, una vez pavimentada la calle, sea del 8% anual.

En el cuadro siguiente se indica la proyección del Tránsito Medio Diario Anual para los diferentes años de vida útil del Proyecto:

TMDAI	r (%)	TMDAn										
		AÑO 0	PERIODO DE DISEÑO (10 AÑOS)									
		2022 n = 1	2023 n = 2	2024 n = 3	2025 n = 4	2026 n = 5	2027 n = 6	2028 n = 7	2029 n = 8	2030 n = 9	2031 n = 10	2032 n = 11
142.00	8	153	166	179	193	209	225	243	263	284	307	331

TMDAI	r (%)	TMDAn									
		PERIODO DE DISEÑO (20 AÑOS)									
		2033 n = 12	2034 n = 13	2035 n = 14	2036 n = 15	2037 n = 16	2038 n = 17	2039 n = 18	2040 n = 19	2041 n = 20	2042 n = 21
142.00	8	358	379	417	450	486	525	567	613	662	715

**5. CÁLCULO DEL TRÁNSITO VEHICULAR ACUMULADO**

El Tránsito Acumulado lo obtenemos a través de la siguiente fórmula:

$$TVA = TV_i \times \left[ \frac{(1 + r)^n - 1}{r} \right]$$

- Donde: TVA : Tránsito acumulado de vehículos en n años
- TV i : Tránsito de vehículos en el año inicial
- r : Razón de crecimiento anual (r = 8%)
- n : Número de años del tráfico acumulado (n = 5)

Los resultados del cálculo del Tránsito Vehicular Acumulado son los que se evidencian a continuación

TRAFICO VEHICULAR ACUMULADO EN 10 AÑOS					
TMDA INICIAL (2022)	N° VEH. INICIAL (2022)	TMDA FINAL (2032)	N° VEH. FINAL (2032)	PERIODO DE DISEÑO (n)	N° VEH. ACUM. (2032)
(1)	(2) = (1) x 365	(3)	(4) = (3) x 365	(5)	(6) = (5) * [(2)+(4)]/2
153.00	55845.00	331.00	120815.00	10.00	863,300.00

TRAFICO VEHICULAR ACUMULADO EN 20 AÑOS					
TMDA INICIAL (2022)	N° VEH. INICIAL (2022)	TMDA FINAL (2042)	N° VEH. FINAL (2042)	PERIODO DE DISEÑO (n)	N° VEH. ACUM. (2042)
(1)	(2) = (1) x 365	(3)	(4) = (3) x 365	(5)	(6) = (5) * [(2)+(4)]/2
153.00	55845.00	715.00	260975.00	20.00	3,168,200.00

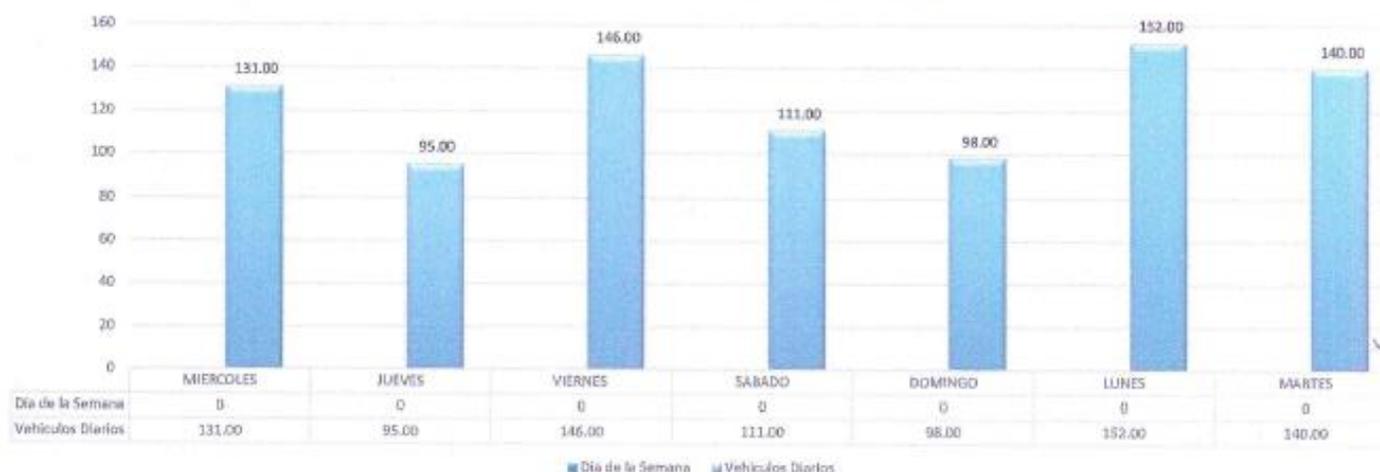
**6. INDICE MEDIO DIARIO (IMD)**

IMD = 142.00 vehiculos/día

  
**INGEOMAX**  
 Ing. Maxwell Anthony Morales Arco  
 CIP: 125644  
 ESPECIALISTA EN INGENIERIA CIVIL

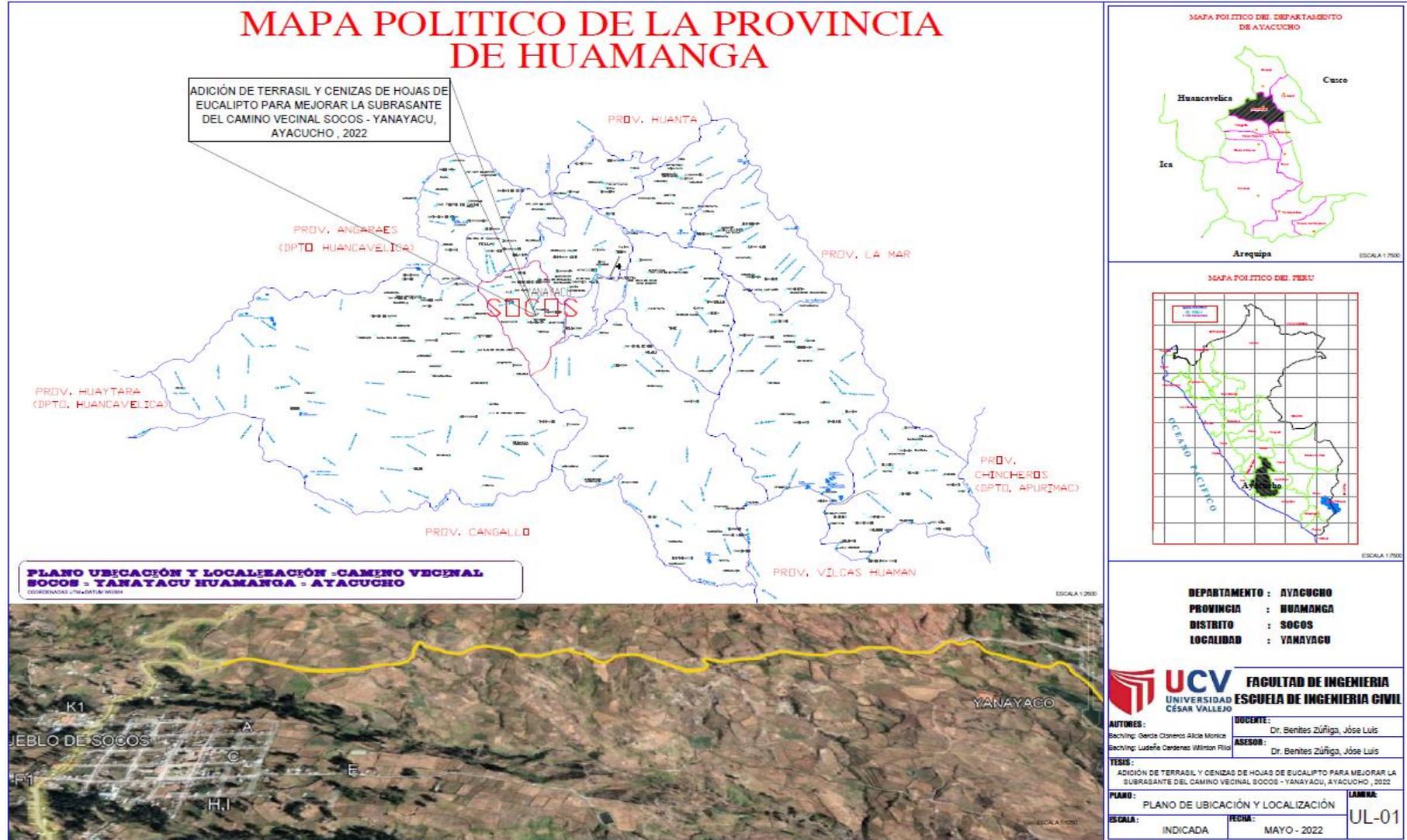
**ESTUDIO DE TRÁFICO**
**RESUMEN CONTEO VEHICULAR**

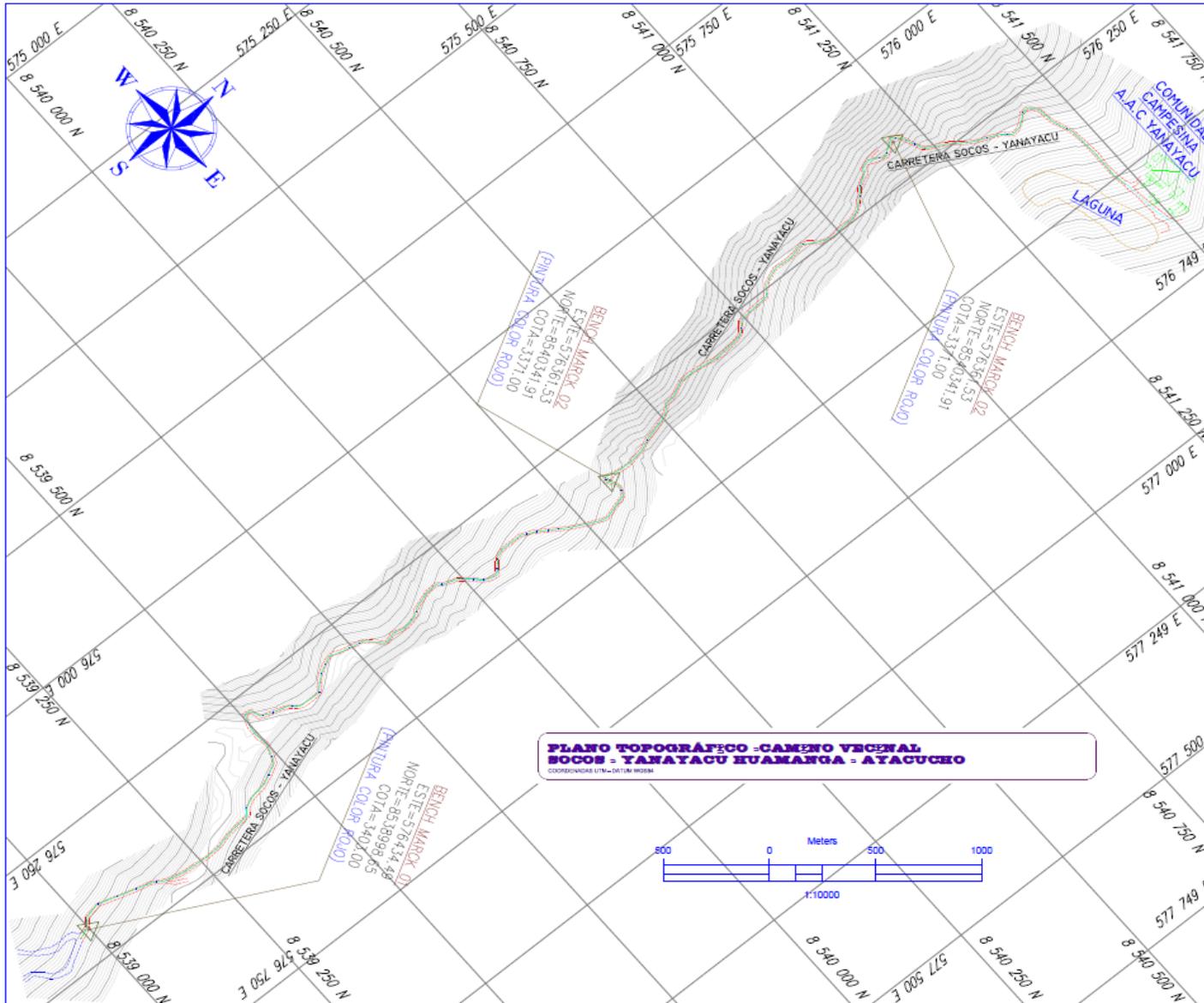
Tramo		Camino Vecinal Socos - Yanayacu										Ubicación		Progresiva 0+000					
Cod. Estación		E_01										Sentido		Ambos sentidos					
Referencia de Estación		Repartición entre Carretera Socos y Yanayacu										Días		LUNES A DOMINGO		CANTIDAD	7 DIAS		
Hers	Automóvil	Camioneta	Mototaxi	micro / combi	Omnibus		Camión			Semitrailers			Trayles				TOTAL	PORC. %	
					2E	3E	2E	3E	4E	2s3	3s2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
MIERCOLES	38	28.00	31.00	28.00	-	-	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	131.00	15.01
JUEVES	27	23.00	22.00	19.00	-	-	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	95.00	10.88
VIERNES	37	33.00	32.00	32.00	-	-	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	146.00	16.72
SABADO	23	27.00	25.00	27.00	-	-	5.00	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	111.00	12.71
DOMINGO	18	25.00	25.00	23.00	-	-	4.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98.00	11.23
LUNES	51	32.00	31.00	31.00	-	-	5.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	152.00	17.41
MARTES	33	32.00	36.00	34.00	-	-	3.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	140.00	16.04
<b>TOTAL</b>	<b>228</b>	<b>206.00</b>	<b>203.00</b>	<b>195.00</b>	-	-	<b>31.00</b>	<b>16.00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>873.00</b>	<b>100.00</b>
<b>PORC %</b>	<b>26,12</b>	<b>22,91</b>	<b>23,25</b>	<b>22,34</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>3,55</b>	<b>1,83</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>100,00</b>	

**CANTIDAD DE VEHÍCULOS POR CADA DÍA**


  
 Ing. Maxwell Anthony Macote Arias  
 CIP. 132434  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CIMENTOS Y ANCLAJES

## Anexo 6. Mapas y Planos





**MAPA POLITICO DE LA PROVINCIA DE HUAMANGA**

**ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN** ESCALA 1:7500

**LEYENDA TOPOGRAFICA**

1 VIVIENDA CONSTR.	
2 LOTE VACIO	
3 CURVAS MAYORES	
4 CURVAS MENORES	
5 TITULOS	
6 CARRETERA	
7 RIOS	
8 EJE	
9 BM'S	

**DEPARTAMENTO : AYACUCHO**  
**PROVINCIA : HUAMANGA**  
**DISTRITO : SOCOS**  
**LOCALIDAD : YANAYACU**

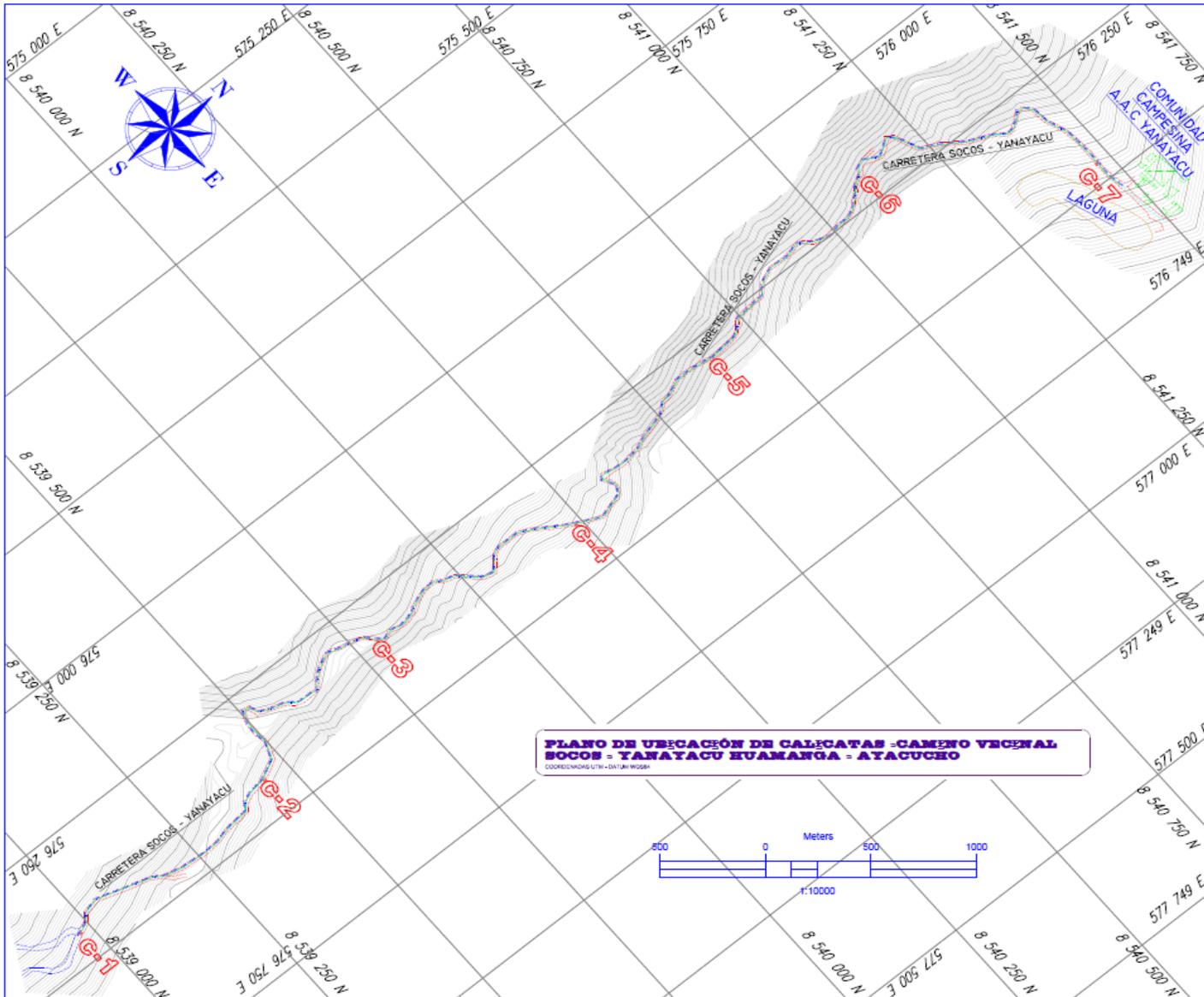
**UCV** FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
CESAR VALLEJO

**AUTORES:** Beching: Gerce Cloneros Alicia Monica  
Beching: Ludmila Cárdenas Wilinton Filio

**DOCENTE:** Dr. Benites Zúñiga, José Luis  
**ASESOR:** Dr. Benites Zúñiga, José Luis

**TESIS:** ADICION DE TERRASIL Y CENZAS DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022

<b>PLANO:</b> PLANO TOPOGRÁFICO	<b>LAMINA:</b> UT-01
<b>ESCALA:</b> 1:10000	<b>FECHA:</b> MAYO - 2022



**ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN** ESCALA 1:7500

**COORDENADAS UTM - CALICATAS**

PUNTO	COTA	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
1	3403.50	8538976.55	576439.14	c-1
2	3388.00	8539446.10	576421.80	c-2
3	3337.81	8539794.22	576337.90	c-3
4	3330.12	8540236.43	576398.37	c-4
5	3357.00	8540656.01	576301.48	c-5
6	3266.53	8541108.18	576192.27	c-6
7	3258.53	8541669.68	576461.92	c-7

**DEPARTAMENTO :** AYACUCHO  
**PROVINCIA :** HUAMANGA  
**DISTRITO :** SOGOS  
**LOCALIDAD :** YANAYACU



**AUTORES :** Bach: Gerca Coseno Alice Monica  
 Bach: Ludeña Cadenas Wilton Pilor  
**DOCENTE :** Dr. Benites Zúñiga, José Luis  
**ASESOR :** Dr. Benites Zúñiga, José Luis

**TESIS :** ADICION DE TERRASIL Y CENZAS DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022

<b>PLANO :</b> PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS	<b>LAMINA :</b> UC-01
<b>ESCALA :</b> 1:10000	<b>FECHA :</b> MAYO - 2022

Anexo 7. Panel fotografico



Imagen 1. Vista de la calicata C-01.



Imagen 2. Vista de la calicata C-01.



Imagen 3. Vista de la calicata C-02.



Imagen 4. Vista de la calicata C-03.



Imagen 5. Vista de la calicata C-04.



Imagen 6. Vista de la calicata C-05.



*Imagen 7. Vista de la calicata C-06.*



*Imagen 8. Vista de la calicata C-07.*



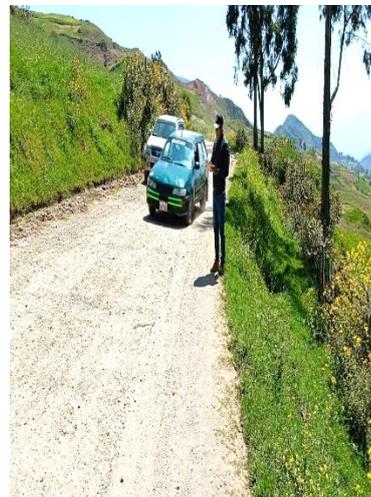
*Imagen 9. Recolección de hojas de eucalipto.*



*Imagen 10. Recolección de hojas de eucalipto.*



*Imagen 11. Conteo vehicular en el tramo de estudio.*



*Imagen 12. Conteo vehicular en el tramo de estudio.*



*Imagen 13. Ensayo de granulometría en laboratorio.*



*Imagen 14. Ensayo de granulometría en laboratorio.*



*Imagen 15. Ensayo de Proctor modificado en laboratorio.*



*Imagen 16. Preparación de la muestra para el ensayo de Proctor.*



*Imagen 17. Obtención de muestra para el ensayo de plasticidad.*



*Imagen 18. Ensayo de límite plástico*



Imagen 19. Ensayo de limite líquido.



Imagen 20. Pesado del aditivo terrasil.



Imagen 21. Pesado del aditivo terrasil.



Imagen 22. Pesado del aditivo terrasil.



Imagen 23. Tamizado de la ceniza de hojas de eucalipto.



Imagen 24. Pesaje de ceniza antes de entrar a la mufla.





*Imagen 31. Secado en horno para cálculo del OCH.*



*Imagen 32. Combinación de suelo natural más Terrasil y CHE.*



*Imagen 33. Ensayo de CBR suelo natural con aditivo terrasil + CHE.*



*Imagen 34. Ensayo de CBR suelo natural con aditivo terrasil + CHE.*



*Imagen 35. Combinación de suelo natural más Terrasil y CHE.*



*Imagen 36. Aplicación de aditivo Terrasil.*



Imagen 37. Curado de moldes CBR al aire.



Imagen 38. Curado de moldes CBR al aire.



Imagen 39. Ensayo de CBR en laboratorio.



Imagen 40. Muestra después del ensayo de CBR.



Imagen 41. Ensayo de CBR en laboratorio.



Imagen 42. Muestra después del ensayo de CBR.



*Imagen 43. Ensayo de CBR en laboratorio.*



*Imagen 44. Muestra después del ensayo de CBR.*



*Imagen 45. Ensayo de CBR en laboratorio.*



*Imagen 46. Proceso de aislamiento de los moldes de CBR.*



*Imagen 47. Medición de expansión del molde de CBR.*



*Imagen 48. Medición de expansión del molde de CBR.*

Anexo 8. Ensayos de laboratorio

**INFORME N° 144-2022-LABINGEOMAX**  
**ICMA PC-0010-2021**

**ANÁLISIS DE ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS**

**PROYECTO:**  
**"ADICIÓN DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"**

**UBICACIÓN:**  
**SOCOS / HUAMANGA / AYACUCHO**

**MAYO DE 2022**

**SOLICITANTE:**  
**BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA**  
**BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILINTON FILLOL**

**INGEOMAX**  
Ing. Maximiliano Martínez Ariza  
C.R. 12154  
Ingeniería Geotécnica y Pavimentos

**INGEOMAX**  
INGENIERIA GEOTECNICA AL MÁXIMO SAC  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**ANEXO  
LABORATORIO**

INGEOMAX

.....  
Ing. Máxwi Anthony Morale Arias  
CIP 132454

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)</b>	F - SG - 100	
		Revisión:	1
		Fecha:	2023-04-12
PROYECTO	: ADICIÓN DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCAUPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022		
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILSON RILLOL		
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDECIA</b> : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU <b>MUESTRA</b> : KM 0+000 (C-01) <b>ESTRATO</b> : E - 02 <b>PROFUND. (m)</b> : 0.00 - 1.50 m	<b>TIPO DE MATERIAL:</b> SUBRASANTE <b>COD. PROYECTO:</b> IGM-PC-0010-2022 <b>COD. MUESTRA:</b> M-00C1-2022 <b>FECHA:</b> May-22
---	---

N° DE ENSAYOS		1	2
N° Tara	N°	14	19
Masa Tara + Suelo Humedo	(g)	91.5	94.9
Masa Tara + Suelo Seco	(g)	84.1	85.9
Masa Tara	(g)	27.9	18.1
Masa Agua	(g)	7.4	9.0
Masa Suelo Seco	(g)	56.2	67.8
Contenido de Humedad	(%)	13.2	13.3
<b>Promedio (%)</b>		<b>13.3</b>	

**Observaciones:**

.....  
 .....

  
 .....  
 Ing. Maxwell Anthony Molote Arias  
 CIP 137456 /  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)</b>		F - SG - 100	
			Revisión:	1
			Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	"ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCAUPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"			
SOLICITANTE	BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILSON FILLOL			
UBICACION	SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO			

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA	1 CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU	TIPO DE MATERIAL: SUBRASANTE
MUESTRA	1 EM 0+500 (C-02)	COD. PROYECTO: IGM-PC-0010-2022
ESTRATO	1 E - 02	COD. MUESTRA: M-00C2-2022
PROFUND. (m)	1 0.20 - 1.50 m	FECHA: May-22

N° DE ENSAYOS		1	2
N° Tara	N°	15	23
Masa Tara + Suelo Humedo	(g)	90.4	91.3
Masa Tara + Suelo Seco	(g)	83.3	84.0
Masa Tara	(g)	25.8	27.9
Masa Agua	(g)	7.3	7.3
Masa Suelo Seco	(g)	57.5	56.1
Contenido de Humedad	(%)	12.8	12.9
<b>Promedio (%)</b>		<b>12.8</b>	

**Observaciones:**

.....  
 .....



.....  
 Ing. Maxwil Anthony Marale Arias  
 CIP: 132454  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)</b>	F - SG - 100	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	: "ADICION DEL TERRAZO Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	: BACH, GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH, LUDEÑA CARDENAS, WILTON FILLOL		
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA	: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU	TIPO DE MATERIAL:	SUBRASANTE
MUESTRA	: KM 1+000 (C-03)	COD. PROYECTO:	IGM-PC-0010-2022
ESTRATO	: E - 02	COD. MUESTRA:	M-00CS-2022
PROFUND. (m)	: 0.20 - 1.50 m	FECHA:	May-22

N° DE ENSAYOS		1	2
N° Tara	N°	3	48
Masa Tara + Suelo Humedo	(g)	93.6	80.8
Masa Tara + Suelo Seco	(g)	86.1	73.9
Masa Tara	(g)	25.2	17.8
Masa Agua	(g)	7.5	6.9
Masa Suelo Seco	(g)	60.9	56.1
Contenido de Humedad	(%)	12.4	12.3
<b>Promedio (%)</b>		<b>12.3</b>	

**Observaciones:**

.....  
 .....



.....  
 Ing. Maxwell Antifanny Morote Anas  
 C.R. 127484  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA CONCRETO Y HORMIGONES

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)</b>		F - SG - 100
			Revisión: 1
			Fecha: 2022-04-12
PROYECTO	ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022		
SOLICITANTE	BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILTON FILLOL		
UBICACIÓN	SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA	: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU	TIPO DE MATERIAL	: SUBRASANTE
MUESTRA	: EM 1+500 (C-04)	COD. PROYECTO	: IGM-PC-0010-2022
ESTRATO	: E - 02	COD. MUESTRA	: M-DDC4-2022
PROFUND. (m)	: 0.20 - 1.50 m	FECHA	: May-22

N° DE ENSAYOS		1	2
N° Tara	N°	2	32
Masa Tara + Suelo Humedo	(g)	80.8	83.4
Masa Tara + Suelo Seco	(g)	72.0	75.5
Masa Tara	(g)	17.7	27.2
Masa Agua	(g)	8.8	7.9
Masa Suelo Seco	(g)	54.3	48.3
Contenido de Humedad	(%)	16.2	16.3
<b>Promedio (%)</b>		<b>16.3</b>	

**Observaciones:**

.....  
 .....

  
 \*\*\*\*\*  
 Ing. Maxwell Anthony Marcha Arias  
 CIP 132264  
 ESPECIALISTA EN OBRAS DE CONCRETO Y ARMADURAS

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)</b>	F - SG - 100	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILSON RILLO		
UBICACION	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA	: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU	TIPO DE MATERIAL:	SUBRASANTE
MUESTRA	: KM 2+000 (C-05)	COD. PROYECTO:	IGM-PC-0010-2022
ESTRATO	: E - 02	COD. MUESTRA:	M-00C5-2022
PROFUND. (m)	: 0.20 - 1.50 m	FECHA:	May-22

N° DE ENSAYOS		1	2
N° Tara	N°	27	18
Masa Tara + Suelo Humedo	(g)	87.2	95.0
Masa Tara + Suelo Seco	(g)	77.9	84.0
Masa Tara	(g)	28.9	26.5
Masa Agua	(g)	9.3	11.0
Masa Suelo Seco	(g)	48.9	57.5
Contenido de Humedad	(%)	19.0	19.1
<b>Promedio (%)</b>		<b>19.1</b>	

**Observaciones:**

.....  
 .....



\*\*\*\*\*  
 Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
 CIP 122464  
 INGENIERO EN GEOTECNIA CONCRETO Y ASFALTO

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)</b>		F - SG - 100
			Revisión: 1
			Fecha: 2022-04-12
PROYECTO	"ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCAUPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CORDERO, AUCIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL		
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : CAMINO VECINAL IRAMO SOCOS - YANAYACU <b>MUESTRA</b> : KM. 2+500 (C-06) <b>ESTRATO</b> : E - 02 <b>PROFUND. (m)</b> : 0.40 - 1.50 m	<b>TIPO DE MATERIAL:</b> SUBRASANTE <b>COD. PROYECTO:</b> IGM-PC-0010-2022 <b>COD. MUESTRA:</b> M-00C6-2022 <b>FECHA:</b> May-22
---	---

N° DE ENSAYOS		1	2
N° Tara	N°	35	11
Masa Tara + Suelo Humedo	(g)	81.0	78.5
Masa Tara + Suelo Seco	(g)	73.0	69.2
Masa Tara	(g)	28.9	18.0
Masa Agua	(g)	8.0	9.3
Masa Suelo Seco	(g)	44.1	51.2
Contenido de Humedad	(%)	18.1	18.2
<b>Promedio (%)</b>		<b>18.1</b>	

**Observaciones:**

.....  
 .....

  
 \*\*\*\*\*  
 Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
 CIP 127434  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA CONCRETO • INGENIEROS

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)</b>	F - SG - 100	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	"ADICIÓN DEL TERRASÍL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	BACH, GARCÍA CISNEROS, AUCIA MONICA Y BACH, LUDEÑA CARDENAS, WILSON RILLO		
UBICACIÓN	SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA	: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU	TIPO DE MATERIAL:	SUBRASANTE
MUESTRA	: 6M 3-100 (C-07)	COD. PROYECTO:	IGM-PC-0010-2022
ESTRATO	: E - 02	COD. MUESTRA:	M-0007-2022
PROFUND. (m)	: 0,20 - 1,50 m	FECHA:	May-22

N° DE ENSAYOS		1	2
N° Tara	N°	17	33
Masa Tara + Suelo Humedo	(g)	83.7	79.8
Masa Tara + Suelo Seco	(g)	75.0	73.0
Masa Tara	(g)	18.1	27.9
Masa Agua	(g)	8.7	6.8
Masa Suelo Seco	(g)	56.9	45.1
Contenido de Humedad	(%)	15.2	15.1
<b>Promedio (%)</b>		<b>15.1</b>	

**Observaciones:**

.....  
 .....

  
 .....  
 Ing. Maxwil Anthony Morales Arias  
 CIP 132494  
 EMPRESA DE INGENIERIA DE CONCRETO E INGENIERIA

**Proyecto** : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

**Solicitante** : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILINTON FILLOL

**Calicata** : KM 0+000 (C - 01)

**Estrato** : E - 01

**Fecha** : MAYO DE 2022

**Región** : AYACUCHO

**Provincia** : HUAMANGA

**Distrito** : SOCOS

**Lugar** : TRAMO SOCOS - YANAYACU

**SUELO DE NIVEL DE CIMENTACION**

PESO UNITARIO SUELTO (PUS)			
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02	Ensayo Nº 03
A PESO DEL MOLDE (gr)	2,251.0	2,251.0	2,251.0
B PESO DEL SUELO + MOLDE (gr)	<b>6,238.0</b>	<b>6,273.0</b>	<b>6,253.0</b>
C PESO DEL SUELO SUELTO (gr) = (B)-(A)	3,987.0	4,022.0	4,002.0
D VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	3,259.0	3,259.0	3,259.0
E PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,223	1,234	1,228
<b>PROMEDIO PUS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,228</b>		

PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC) METODO DEL APISONADO			
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02	Ensayo Nº 03
A PESO DEL MOLDE (gr)	2,251.0	2,251.0	2,251.0
B PESO DEL SUELO + MOLDE (gr)	<b>6,695.0</b>	<b>6,682.0</b>	<b>6,658.0</b>
C PESO DEL SUELO APISONADO (gr) = (B)-(A)	4,444.0	4,431.0	4,407.0
D VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	3,259.0	3,259.0	3,259.0
E PESO UNITARIO APISONADO (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,364	1,360	1,352
<b>PROMEDIO PUC (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,358</b>		

DETERMINACION DEL PESO UNITARIO REPRESENTATIVO	
PESO UNITARIO SUELTO PUS (Kg/m <sup>3</sup> )	1,228
PESO UNITARIO COMPACTO PUC (Kg/m <sup>3</sup> )	1,358
<b>PESO UNITARIO REPRESENTATIVO DEL SUELO (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,293</b>

**INGEOMAX**  
INGENIERIA PROFESIONAL AL SERVIDOR

Ing. Maxwell Anthony Morales Arias  
CIP 139.264  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, EDIFICIO Y AGUAS

	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318, MTC E-110)</b>	F - SG - 101	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDERA CARDENAS, WILINTON FILLOL		
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA	: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU	TIPO DE MATERIAL:	SUBRASANTE
MUESTRA	: KM 0+000 (C-01)	COD. PROYECTO:	IGM-PC-0010-2022
ESTRATO	: E - 02	COD. MUESTRA:	M-00C1-2022
PROFUND. (m)	: 0.00 - 1.50 m	FECHA:	May-22

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	43	36	25
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	43.87	48.98	50.66
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	36.68	42.90	44.35
MASA DE AGUA	(g)	7.19	6.08	6.31
MASA DEL TARRO	(g)	19.68	27.80	28.19
MASA DEL SUELO SECO	(g)	17.00	15.10	16.16
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	42.3	40.3	39.0
NUMERO DE GOLPES		18	27	34

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	N°	59	93
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	59.91	63.48
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	58.77	62.34
MASA DE AGUA	(g)	1.1	1.1
MASA DEL TARRO	(g)	53.86	57.40
MASA DEL SUELO SECO	(g)	4.9	4.9
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23.2	23.1



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	40.6
LIMITE PLASTICO (%)	23.1
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	17.5

**Observaciones:**

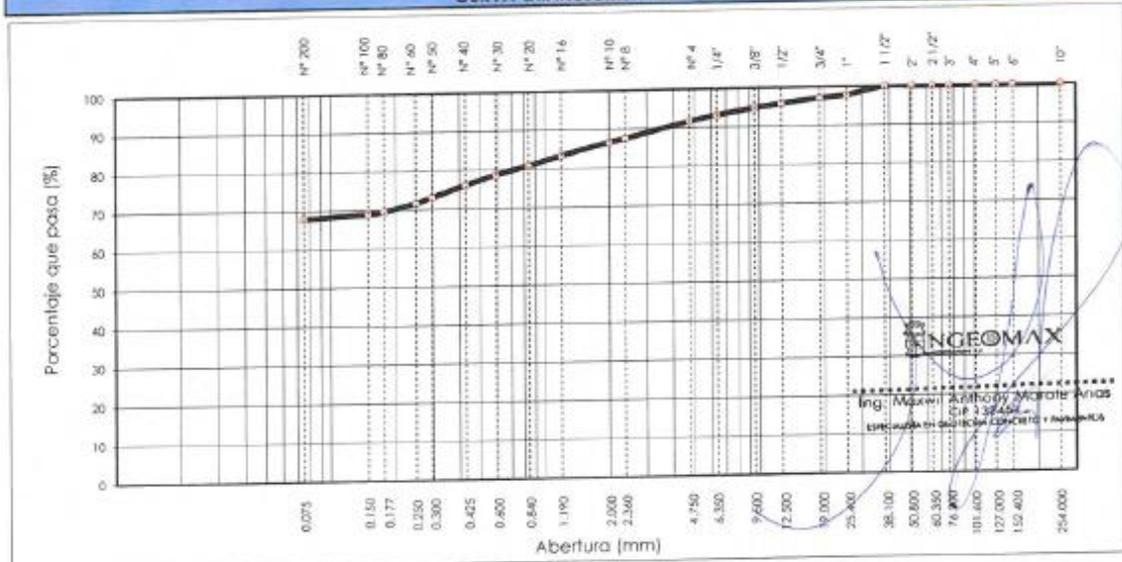
.....

.....

  
 Ing. Maxwil Anthony Morote Araya  
 CIP 138454  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA CONCERTADA Y SUBRASANTES

	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E 107)</b>				F - SG - 102		
					Revisión:	1	
					Fecha:	2022-04-12	
PROYECTO	: "ADICIÓN DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"						
SOLICITANTE	: BACH. GARCÍA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILINTON FILLOL						
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO						
<b>I. DATOS GENERALES</b>							
PROCEDENCIA	: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU			TIPO DE MATERIAL: SUBRASANTE			
MUESTRA	: KM 0+000 (C-01)			COD. PROYECTO: IGM-PC-0010-2022			
ESTRATO	: E - 02			COD. MUESTRA: M-00C1-2022			
PROFUND. (m)	: 0.00 - 1.50 m			FECHA: May-22			
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
10"	254.000						Masa inicial: 2642.6
6"	152.400						Masa fracción: 845.8
5"	127.000						% Grava: 8.34
4"	101.600						% Arena: 23.67
3"	76.200						% Finos: 67.99
2 1/2"	63.500						<b>Coefficientes de uniformidad y curvatura</b>
2"	50.800						D10 (mm): 0.011
1 1/2"	38.100				100.00		D30 (mm): 0.033
1"	25.400	56.3	2.13	2.13	97.87		D60 (mm): 0.066
3/4"	19.050	18.1	0.68	2.82	97.18		Cu: 6.00
1/2"	12.700	34.9	1.32	4.14	95.86		Cc: 1.500
3/8"	9.525	26.5	1.00	5.14	94.86		D15 (mm): 0.017
1/4"	6.350	45.3	1.71	6.85	93.15		D50 (mm): 0.055
Nº 4	4.750	39.3	1.49	8.34	91.66		D85 (mm): 1.595
Nº 8	2.380	109.0	4.12	12.46	87.54		<b>Clasificación AASHTO Y SUCS</b>
Nº 10	2.000	23.9	0.90	13.37	86.63		Clasificación (AASHTO): A-7-6
Nº 16	1.190	86.1	3.26	16.63	83.37		Indice de Grupo (IG): (11)
Nº 20	0.840	65.4	2.47	19.10	80.90		Clasificación (SUCS): CL
Nº 30	0.590	58.0	2.19	21.30	78.70		<b>ARCILLA LIGERA ARENOSA</b>
Nº 40	0.426	67.4	2.55	23.85	76.15		
Nº 50	0.297	80.3	3.04	26.89	73.11		
Nº 60	0.250	37.3	1.41	28.30	71.70		
Nº 80	0.177	56.4	2.13	30.43	69.57		
Nº 100	0.149	14.1	0.53	30.97	69.03		OBSERVACIONES:
Nº 200	0.075	27.5	1.04	32.01	67.99		
< Nº 200		1796.8	67.99	100.00			

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**Observaciones:**

.....  
 .....

	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318 , MTC E-110)</b>	F - SG - 101	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL		
UBICACION	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA	: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU	TIPO DE MATERIAL:	SUBRASANTE
MUESTRA	: KM 0+500 (C-02)	COD. PROYECTO:	IGM-PC-0010-2022
ESTRATO	: E - 02	COD. MUESTRA:	M-00C2-2022
PROFUND. (m)	: 0.20 - 1.50 m	FECHA:	May-22

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	27	37	26
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	47.80	47.30	49.23
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	42.00	41.54	43.30
MASA DE AGUA	(g)	5.80	5.76	5.93
MASA DEL TARRO	(g)	28.91	27.52	27.97
MASA DEL SUELO SECO	(g)	13.09	14.02	15.33
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	44.3	41.1	38.7
NUMERO DE GOLPES		18	27	34

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	N°	60	90
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	61.02	62.44
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	59.99	61.40
MASA DE AGUA	(g)	1.0	1.0
MASA DEL TARRO	(g)	55.33	56.25
MASA DEL SUELO SECO	(g)	4.7	5.2
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.1	20.2

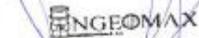


CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	41.5
LIMITE PLASTICO (%)	21.1
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	20.4

**Observaciones:**

.....

.....

  
 Ing. Maxwell Anthony Morote Ariza  
 CIP 137454  
 INGENIERIA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO

**PROYECTO** : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL

**UBICACIÓN** : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. DATOS GENERALES**

**PROCEDENCIA** : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU **TIPO DE MATERIAL:** SUBRASANTE

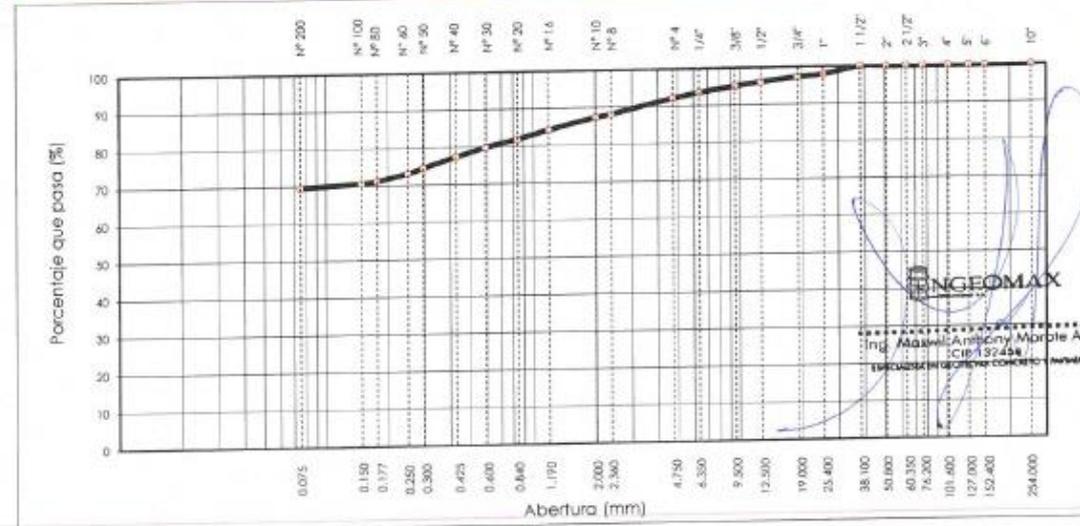
**MUESTRA** : KM 0+500 (C-02) **COD. PROYECTO:** IGM-PC-0010-2022

**ESTRATO** : E - 02 **COD. MUESTRA:** M-00C2-2022

**PROFUND. (m)** : 0.20 - 1.50 m **FECHA:** May-22

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	FORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	FORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
10"	254.000						Masa Inicial: 2230.1
6"	152.400						Masa fracción: 676.6
5"	127.000						% Grava : 7.91
4"	101.600						% Arena : 22.43
3"	76.200						% Finos : 69.66
2 1/2"	63.500						<b>Coefficientes de uniformidad y curvatura</b>
2"	50.800						D10 (mm) : 0.011
1 1/2"	38.100				100.00		D30 (mm) : 0.032
1"	25.400	45.0	2.02	2.02	97.98		D60 (mm) : 0.065
3/4"	19.050	14.5	0.65	2.67	97.33		Cu: 8.00
1/2"	12.700	27.9	1.25	3.92	96.08		Cc: 1.500
3/8"	9.525	21.2	0.95	4.87	95.13		D15 (mm) : 0.016
1/4"	6.350	36.2	1.63	6.50	93.50		D50 (mm) : 0.054
Nº 4	4.750	31.4	1.41	7.91	92.09		D85 (mm) : 1.390
Nº 8	2.380	87.2	3.91	11.82	88.18		<b>Clasificación AASHTO Y SUCS</b>
Nº 10	2.000	19.1	0.86	12.67	87.33		Clasificación (AASHTO) : A-7-6
Nº 16	1.190	68.9	3.09	15.76	84.24		Indice de Grupo (IG) : (13)
Nº 20	0.840	52.3	2.35	18.11	81.89		Clasificación (SUCS) : CL
Nº 30	0.590	46.4	2.08	20.19	79.81		<b>ARCILLA LIGERA ARENOSA</b>
Nº 40	0.426	53.9	2.42	22.61	77.39		
Nº 50	0.297	64.2	2.88	25.49	74.51		
Nº 60	0.250	29.8	1.34	26.83	73.17		
Nº 80	0.177	45.1	2.02	28.85	71.15		
Nº 100	0.149	11.3	0.51	29.35	70.65		
Nº 200	0.075	22.0	0.99	30.34	69.66		
< Nº 200		1553.5	69.66	100.00			

**CURVA GRANULOMETRICA**



**Observaciones:**

.....

.....

	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40</b> <b>(ASTM D4318 , MTC E-110)</b>	F - SG - 101	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLÓL		
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU <b>MUESTRA</b> : KM 1+000 (C-03) <b>ESTRATO</b> : E - 02 <b>PROFUND. (m)</b> : 0.20 - 1.50 m	<b>TIPO DE MATERIAL</b> : SUBRASANTE <b>COD. PROYECTO</b> : IGM-PC-0010-2022 <b>COD. MUESTRA</b> : M-00C3-2022 <b>FECHA</b> : May-22
--	---

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	35	20	15
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	49.89	48.49	48.28
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	43.85	41.92	42.00
MASA DE AGUA	(g)	6.04	6.57	6.28
MASA DEL TARRO	(g)	28.88	25.27	25.75
MASA DEL SUELO SECO	(g)	14.97	16.65	16.25
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	40.3	39.5	38.6
NUMERO DE GOLPES		20	28	35

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO	N°	56	86	
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	54.13	64.76	
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	52.93	63.56	
MASA DE AGUA	(g)	1.2	1.2	
MASA DEL TARRO	(g)	48.09	58.74	
MASA DEL SUELO SECO	(g)	4.8	4.8	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.8	24.9	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	39.7
LIMITE PLASTICO (%)	24.8
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	14.9

**Observaciones:**

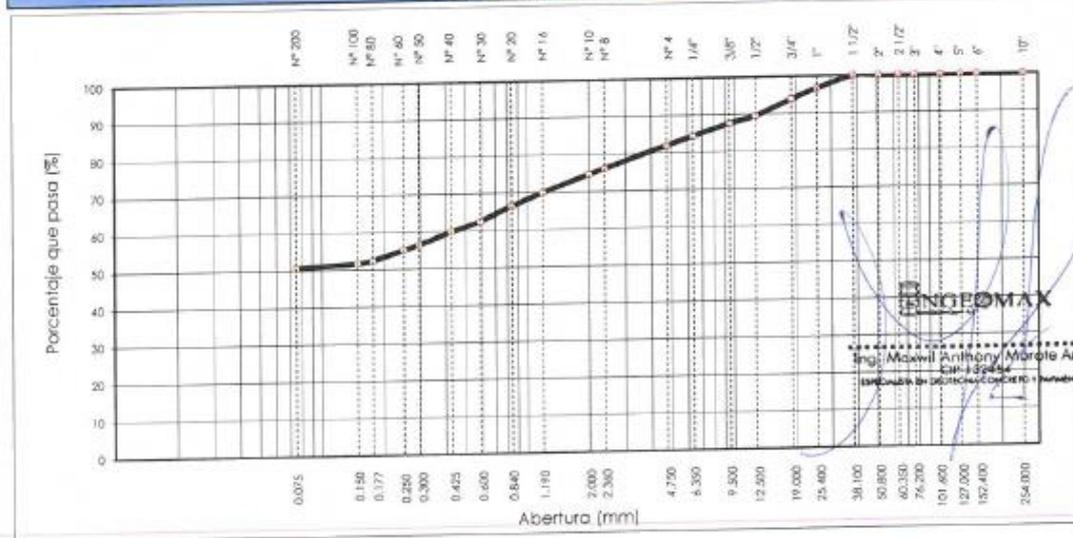
.....  
 .....

  
 \*\*\*\*\*  
 Ing. Maxwell Anthony Marote Arias  
 CIP 132434  
 ESPECIALISTA EN OBTENCION, CONTROL Y MANEJO

	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E 107)</b>	F - SG - 102	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	: "ADICIÓN DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCAUPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	: BACH. GARCÍA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL		
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		
<b>I. DATOS GENERALES</b>			
PROCEDENCIA	: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU	TIPO DE MATERIAL: SUBRASANTE	
MUESTRA	: KM 1+000 (C-03)	COD. PROYECTO: IGM-PC-0010-2022	
ESTRATO	: E - 02	COD. MUESTRA: M-OOC3-2022	
PROFUND. (m)	: 0.20 - 1.50 m	FECHA: May-22	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
10"	254.000						Masa inicial: 3208.5	
6"	152.400						Masa fracción: 1582.8	
5"	127.000						% Grava: 17.97	
4"	101.600						% Arena: 31.36	
3"	76.200						% Finos: 50.67	
2 1/2"	63.500						<b>Coefficientes de uniformidad y curvatura</b>	
2"	50.800				100.00		D10 (mm): 0.015	
1 1/2"	38.100						D30 (mm): 0.044	
1"	25.400	107.2	3.34	3.34	96.66		D60 (mm): 0.435	
3/4"	19.050	88.7	2.76	6.11	93.89		Cu: 29.42	
1/2"	12.700	139.5	4.35	10.45	89.55		Cc: 0.306	
3/8"	9.525	60.7	1.89	12.35	87.65		D15 (mm): 0.022	
1/4"	6.350	104.6	3.26	15.61	84.39		D50 (mm): 0.074	
Nº 4	4.750	76.0	2.37	17.97	82.03		DB5 (mm): 6.940	
Nº 8	2.380	188.4	5.87	23.85	76.15		<b>Clasificación AASHTO Y SUCS</b>	
Nº 10	2.000	48.0	1.50	25.34	74.66		Clasificación (AASHTO): A-6	
Nº 16	1.190	151.4	4.72	30.06	69.94		Indice de Grupo (IG): (5)	
Nº 20	0.840	111.1	3.46	33.52	66.48		Clasificación (SUCS): CL	
Nº 30	0.590	126.2	3.93	37.46	62.54		ARCILLA LIGERA ARENOSA CON GRAVA	
Nº 40	0.426	86.6	2.70	40.16	59.84			
Nº 50	0.297	106.4	3.32	43.47	56.53			
Nº 60	0.250	43.8	1.37	44.84	55.16			
Nº 80	0.177	87.2	2.72	47.55	52.45			
Nº 100	0.149	22.4	0.70	48.25	51.75			
Nº 200	0.075	34.6	1.06	49.33	50.67			
< Nº 200		1625.7	50.67	100.00				

**CURVA GRANULOMETRICA**



**Observaciones:**

.....

.....

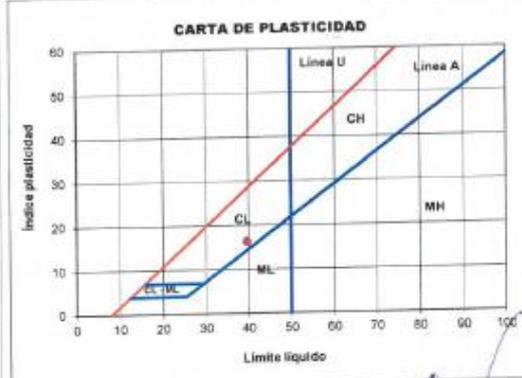
	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40</b> <b>(ASTM D4318, MTC E-110)</b>	F - SG - 101	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILINTON FILLOL		
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU <b>MUESTRA</b> : KM 1+500 (C-04) <b>ESTRATO</b> : E - 02 <b>PROFUND. (m)</b> : 0.20 - 1.50 m	<b>TIPO DE MATERIAL:</b> SUBRASANTE <b>COD. PROYECTO:</b> IGM-PC-0010-2022 <b>COD. MUESTRA:</b> M-00C4-2022 <b>FECHA:</b> May-22
--	---

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	36	22	17
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	48.71	49.99	42.10
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	42.55	43.51	35.50
MASA DE AGUA	(g)	6.16	6.48	6.60
MASA DEL TARRO	(g)	27.80	27.17	18.09
MASA DEL SUELO SECO	(g)	14.75	16.34	17.41
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	41.8	39.7	37.9
NUMERO DE GOLPES		17	26	33

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	N°	59	80
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	59.44	63.38
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	58.40	62.30
MASA DE AGUA	(g)	1.1	1.1
MASA DEL TARRO	(g)	53.86	57.64
MASA DEL SUELO SECO	(g)	4.5	4.7
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23.3	23.2



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	39.6
LIMITE PLASTICO (%)	23.3
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	16.4

**Observaciones:**

.....

.....

  
 Ing. Maxwell Anthony Mprale Arias  
 Cui. 1372654  
 ESPECIALISTA EN DISEÑO DE CONCRETO Y PAVIMENTOS



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422 - MTC E 107)**

F - SG - 102

Revisión:

1

Fecha:

2022-04-12

**PROYECTO** : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILINTON FILLOL

**UBICACIÓN** : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. DATOS GENERALES**

**PROCEDENCIA** : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
**MUESTRA** : KM 1+500 (C-04)  
**ESTRATO** : E - 02  
**PROFUND. (m)** : 0.20 - 1.50 m

**TIPO DE MATERIAL:** SUBRASANTE

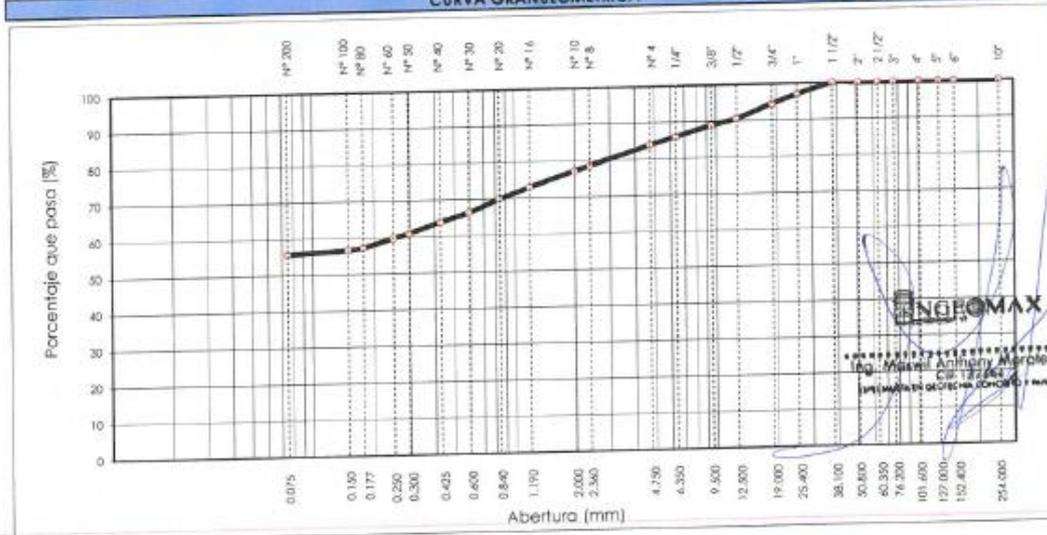
**COD. PROYECTO:** IGM-PC-0010-2022

**COD. MUESTRA:** M-00C4-2022

**FECHA:** May-22

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
10"	254.000						Masa Inicial: 2860.2
6"	152.400						Masa fracción: 1266.2
5"	127.000						% Grava : 16.13
4"	101.600						% Arena : 26.14
3"	76.200						% Finos : 55.73
2 1/2"	63.500						<b>Coefficientes de uniformidad y curvatura</b>
2"	50.800						D10 (mm) : 0.013
1 1/2"	38.100				100.00		D30 (mm) : 0.040
1"	25.400	85.8	3.00	3.00	97.00		D60 (mm) : 0.259
3/4"	19.050	71.0	2.48	5.48	94.52		Cu: 19.25
1/2"	12.700	111.6	3.90	9.38	90.62		Cc: 0.467
3/8"	9.525	48.6	1.70	11.08	88.92		D15 (mm) : 0.020
1/4"	6.350	83.7	2.93	14.00	86.00		D50 (mm) : 0.067
Nº 4	4.750	60.8	2.13	16.13	83.87		D85 (mm) : 5.601
Nº 8	2.380	150.7	5.27	21.40	78.60		<b>Clasificación AASHTO Y SUCS</b>
Nº 10	2.000	38.4	1.34	22.74	77.26		Clasificación (AASHTO) : A-6
Nº 16	1.190	121.1	4.23	26.98	73.02		Indice de Grupo (IG) : (7)
Nº 20	0.840	88.9	3.11	30.08	69.92		Clasificación (SUCS) : CL
Nº 30	0.590	101.0	3.53	33.61	66.39		<b>ARCILLA LIGERA ARENOSA CON GRAVA</b>
Nº 40	0.426	69.3	2.42	36.04	63.96		
Nº 50	0.297	85.1	2.98	39.01	60.99		
Nº 60	0.250	35.0	1.23	40.24	59.76		
Nº 80	0.177	69.8	2.44	42.68	57.32		
Nº 100	0.149	17.9	0.63	43.30	56.70		
Nº 200	0.075	27.7	0.97	44.27	55.73		
< Nº 200		1594.0	55.73	100.00			

**CURVA GRANULOMETRICA**



**Observaciones:**

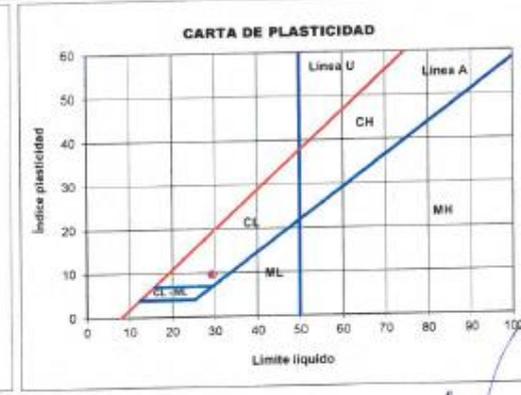
	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318 , MTC E-110)</b>	F - SG - 101	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CISNEROS, AUCIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL		
UBICACION	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU <b>MUESTRA</b> : KM 2+000 (C-05) <b>ESTRATO</b> : E - 02 <b>PROFUND. (m)</b> : 0.20 - 1.50 m	<b>TIPO DE MATERIAL:</b> SUBRASANTE <b>COD. PROYECTO:</b> IGM-PC-0010-2022 <b>COD. MUESTRA:</b> M-00C5-2022 <b>FECHA:</b> May-22
--	---

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	68	102	61
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	71.83	84.34	78.24
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	67.52	78.51	72.93
MAÑA DE AGUA	(g)	4.31	5.83	5.31
MASA DEL TARRO	(g)	53.63	58.54	54.15
MASA DEL SUELO SECO	(g)	13.89	19.97	18.78
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	31.0	29.2	28.3
NUMERO DE GOLPES		16	26	35

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	N°	12	31
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	27.32	34.55
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	25.78	35.05
MAÑA DE AGUA	(g)	1.5	1.5
MASA DEL TARRO	(g)	17.90	27.52
MASA DEL SUELO SECO	(g)	7.9	7.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.5	19.9



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	29.4
LIMITE PLASTICO (%)	19.7
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	9.7

**Observaciones:**

.....  
 .....

  
 Ing. Maxwell Anthony Marote Arias  
 CIP 139454  
 ESPECIALISTA EN OBRAS DE CONCRETO Y HORMIGÓN



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422 - MTC E 107)**

F - SG - 102

Revisión: 1  
Fecha: 2022-04-12

**PROYECTO** : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO. 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILINTON FILLOL

**UBICACION** : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. DATOS GENERALES**

**PROCEDENCIA** : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU

**TIPO DE MATERIAL**: SUBRASANTE

**MUESTRA** : KM 2+000 JC-05

**COD. PROYECTO**: IGM-PC-0010-2022

**ESTRATO** : E - 02

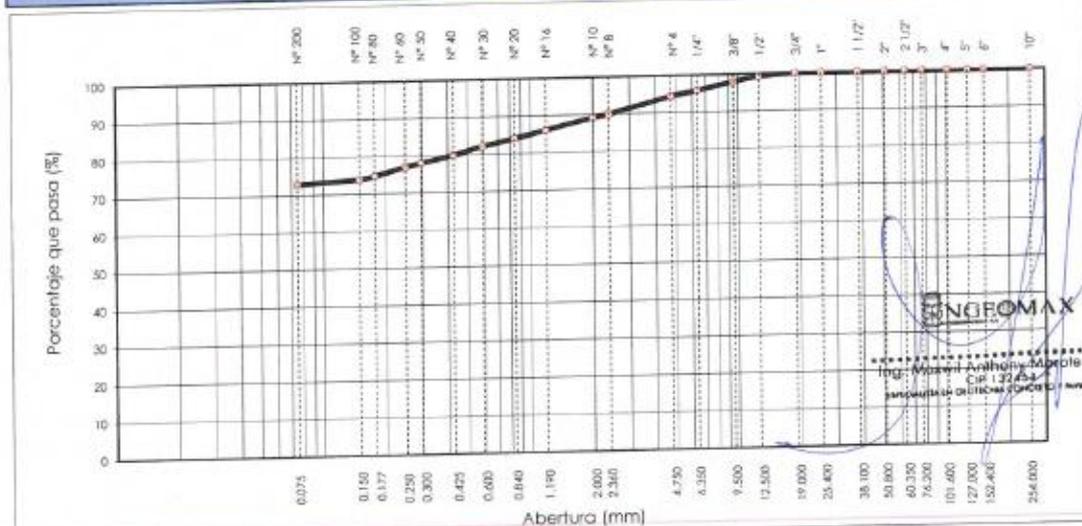
**COD. MUESTRA**: M-00C5-2022

**PROFUND. (m)** : 0.20 - 1.50 m

**FECHA**: May-22

TAMIZ	AASHTO 1-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
10"	254.000						Masa Inicial: 2518.8	
6"	152.400						Masa fracción: 684.5	
5"	127.000						% Grava : 5.60	
4"	101.600						% Arena : 21.57	
3"	76.200						% Finos : 72.82	
2 1/2"	63.500						<b>Coefficientes de uniformidad y curvatura</b>	
2"	50.800						D10 (mm) : 0.010	
1 1/2"	38.100						D30 (mm) : 0.031	
1"	25.400				100.00		D60 (mm) : 0.062	
3/4"	19.050						Cu: 6.00	
1/2"	12.700	18.6	0.74	0.74	99.26		Cc: 1.500	
3/8"	9.525	32.9	1.31	2.04	97.96		D15 (mm) : 0.015	
1/4"	6.350	54.9	2.18	4.22	95.78		D50 (mm) : 0.051	
N° 4	4.750	34.7	1.38	5.60	94.40		D85 (mm) : 1.008	
N° 8	2.380	110.8	4.40	10.00	90.00		<b>Clasificación AASHTO Y SUCS</b>	
N° 10	2.000	21.4	0.85	10.85	89.15		Clasificación (AASHTO) : A-4	
N° 16	1.190	77.2	3.06	13.92	86.08		Índice de Grupo (IG) : (5)	
N° 20	0.840	52.6	2.09	16.00	84.00		Clasificación (SUCS) : CL	
N° 30	0.590	47.5	1.89	17.89	82.11		<b>ARCILLA LIGERA ARENOSA</b>	
N° 40	0.426	55.1	2.19	20.08	79.92			
N° 50	0.297	49.3	1.96	22.03	77.97			
N° 60	0.250	24.4	0.97	23.00	77.00			
N° 80	0.177	57.1	2.27	25.27	74.73			
N° 100	0.149	19.5	0.77	26.04	73.96			
N° 200	0.075	28.5	1.13	27.18	72.82			
< N° 200		1834.3	72.82	100.00				
								<b>OBSERVACIONES :</b>

**CURVA GRANULOMETRICA**



**Observaciones:**

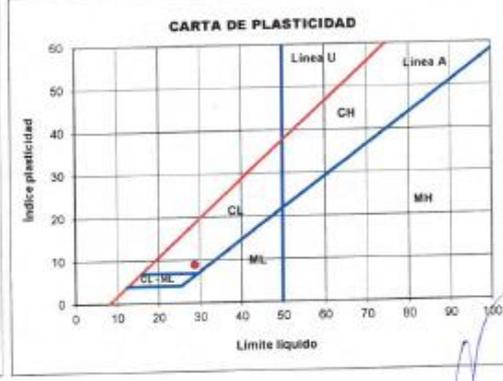
	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318 , MTC E-110)</b>	F - SG - 101	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCAUPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILINTON FILLOL		
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU <b>MUESTRA</b> : KM 2+500 (C-06) <b>ESTRATO</b> : E - 02 <b>PROFUND. (m)</b> : 0.40 - 1.30 m	<b>TIPO DE MATERIAL:</b> SUBRASANTE <b>COD. PROYECTO:</b> IGM-PC-0010-2022 <b>COD. MUESTRA:</b> M-00C6-2022 <b>FECHA:</b> May-22
--	---

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	49	103	62
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	72.42	62.36	79.30
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	68.30	48.20	73.60
MASA DE AGUA	(g)	4.12	4.16	5.70
MASA DEL TARRO	(g)	54.69	33.58	52.82
MASA DEL SUELO SECO	(g)	13.61	14.62	20.78
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.3	28.5	27.4
NUMERO DE GOLPES		16	26	35

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	N°	30	39
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	34.30	31.30
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	33.30	30.30
MASA DE AGUA	(g)	1.0	1.0
MASA DEL TARRO	(g)	28.26	25.19
MASA DEL SUELO SECO	(g)	5.0	5.1
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.8	19.6



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	28.6
LIMITE PLASTICO (%)	19.7
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	8.9

**Observaciones:**

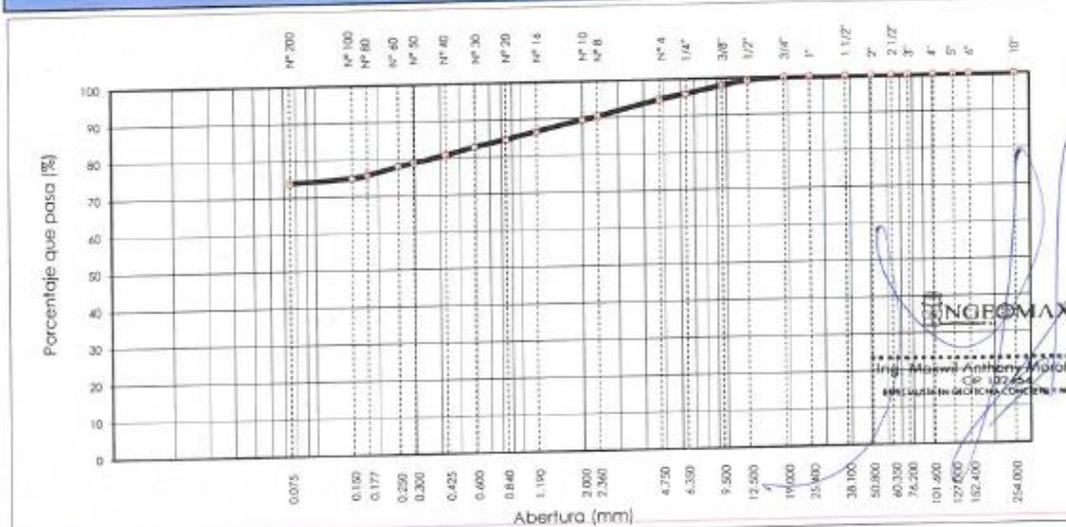
.....

.....

  
 Ing. Maxwell Anthony Morales Arias  
 CIP 122754  
 ESPECIALISTA EN DISEÑO DE CONCRETO Y PAVIMENTOS

		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b> <b>(ASTM D422 - MTC E 107)</b>		F - SG - 102			
				Revisión:	1		
				Fecha:	2022-04-12		
PROYECTO	: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"						
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILINTON FILLLOL						
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO						
<b>I. DATOS GENERALES</b>							
PROCEDENCIA	: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU			TIPO DE MATERIAL: SUBRASANTE			
MUESTRA	: KM 2+500 (C-06)			COD. PROYECTO: IGM-PC-0010-2022			
ESTRATO	: E - 02			COD. MUESTRA: M-00C6-2022			
PROFUND. (m)	: 0.40 - 1.50 m			FECHA: May-22			
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
10"	254.000						Masa inicial: 2100.3
6"	152.400						Masa fracción: 547.6
5"	127.000						% Grava: 5.37
4"	101.600						% Arena: 20.70
3"	76.200						% Finos: 73.93
2 1/2"	63.500						<b>Coefficientes de uniformidad y curvatura</b>
2"	50.800						D10 (mm): 0.010
1 1/2"	38.100						D30 (mm): 0.030
1"	25.400				100.00		D60 (mm): 0.061
3/4"	19.050						Cu: 6.00
1/2"	12.700	14.9	0.71	0.71	99.29		Ce: 1.500
3/8"	9.525	26.3	1.25	1.96	98.04		D15 (mm): 0.015
1/4"	6.350	43.9	2.09	4.05	95.95		D50 (mm): 0.051
Nº 4	4.750	27.8	1.32	5.37	94.63		D85 (mm): 0.902
Nº 8	2.380	88.6	4.22	9.59	90.41		<b>Clasificación AASHTO Y SUCS</b>
Nº 10	2.000	17.1	0.82	10.41	89.59		Clasificación (AASHTO): A-4
Nº 16	1.190	61.8	2.94	13.35	86.65		Indice de Grupo (IG): (5)
Nº 20	0.840	42.1	2.00	15.35	84.65		Clasificación (SUCS): CL
Nº 30	0.590	38.0	1.81	17.16	82.84		<b>ARCILLA LIGERA ARENOSA</b>
Nº 40	0.426	44.1	2.10	19.26	80.74		
Nº 50	0.297	39.4	1.88	21.14	78.86		
Nº 60	0.250	19.5	0.93	22.07	77.93		
Nº 80	0.177	45.7	2.17	24.24	75.76		
Nº 100	0.149	15.6	0.74	24.99	75.01		<b>OBSERVACIONES:</b>
Nº 200	0.075	22.8	1.09	26.07	73.93		
< Nº 200		1552.7	73.93	100.00			

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**Observaciones:**

.....

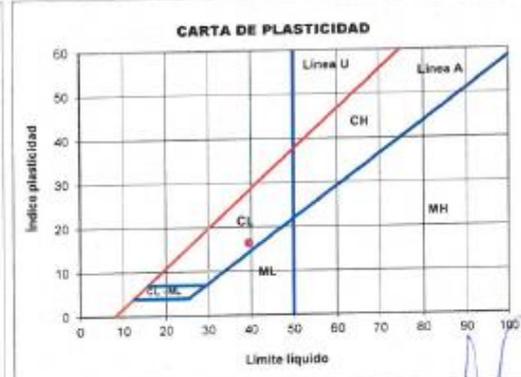
	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318, MTC E-110)</b>	F - SG - 101	
		Revisión:	I
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL		
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

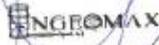
<b>PROCEDENCIA</b> : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU <b>MUESTRA</b> : KM 3+100 (C-07) <b>ESTRATO</b> : E - 02 <b>PROFUND. (m)</b> : 0.20 - 1.50 m	<b>TIPO DE MATERIAL</b> : SUBRASANTE <b>COD. PROYECTO</b> : 1GM-PC-0010-2022 <b>COD. MUESTRA</b> : M-00C7-2022 <b>FECHA</b> : May-22
--	---

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	70	90	63
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	75.60	74.77	80.10
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	69.50	69.52	74.10
MASA DE AGUA	(g)	6.10	5.25	6.00
MASA DEL TARRO	(g)	54.95	56.25	58.22
MASA DEL SUELO SECO	(g)	14.55	13.27	15.88
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	41.9	39.6	37.8
NUMERO DE GOLPES		17	24	34

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	N°	55	53
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	57.40	59.40
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	56.35	58.30
MASA DE AGUA	(g)	1.1	1.1
MASA DEL TARRO	(g)	51.80	53.52
MASA DEL SUELO SECO	(g)	4.6	4.8
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23.1	23.0



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	39.5
LIMITE PLASTICO (%)	23.0
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	16.5

  
 Ing. Maxwell Anthony Morale Anas  
 CIP: 122466  
 ESPECIALISTA EN OPTICA CONCRETO Y PAVIMENTA

**Observaciones:**

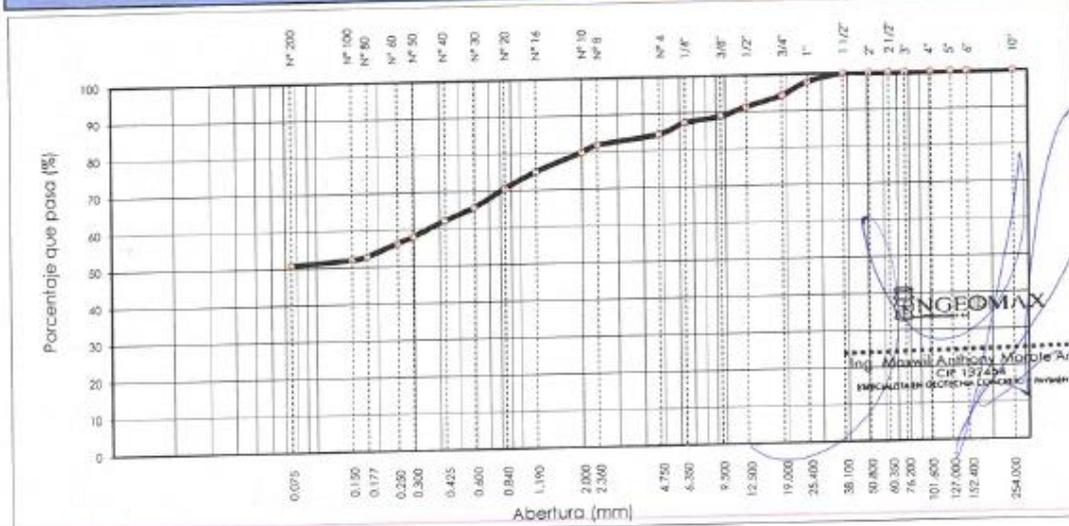
.....

.....

	<b>ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E 107)</b>		F - SG - 102
			Revisión: 1
			Fecha: 2022-04-12
PROYECTO	: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCAUPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL		
UBICACION	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		
<b>I. DATOS GENERALES</b>			
PROCEDENCIA	: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU.		TIPO DE MATERIAL: SUBRASANTE
MUESTRA	: KM 3+100 [C-07]		COD. PROYECTO: IGM-PC-0010-2022
ESTRATO	: E - 02		COD. MUESTRA: M-00C7-2022
PROFUND. (m)	: 0.20 - 1.50 m		FECHA: May-22

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
10"	254.000						Masa Inicial: 1987.2
6"	152.400						Masa fracción: 979.1
5"	127.000						% Grava: 15.57
4"	101.600						% Arena: 33.70
3"	76.200						% Finos: 50.73
2 1/2"	63.500						<b>Coefficientes de uniformidad y curvatura</b>
2"	50.800						D10 (mm): 0.015
1 1/2"	38.100				100.00		D30 (mm): 0.044
1"	25.400	43.6	2.19	2.19	97.81		D60 (mm): 0.355
3/4"	19.050	69.2	3.48	5.68	94.32		Cu: 24.04
1/2"	12.700	58.8	2.96	8.63	91.37		Cc: 0.374
3/8"	9.525	47.3	2.38	11.02	88.98		D15 (mm): 0.022
1/4"	6.350	31.2	1.57	12.59	87.41		D50 (mm): 0.074
N° 4	4.750	59.3	2.98	15.57	84.43		D85 (mm): 5.056
N° 8	2.380	50.0	2.52	18.09	81.91		<b>Clasificación AASHTO Y SUCS</b>
N° 10	2.000	37.4	1.88	19.97	80.03		Clasificación (AASHTO): A-6
N° 16	1.190	100.0	5.03	25.00	75.00		Indice de Grupo (IG): (5)
N° 20	0.840	86.7	4.36	29.36	70.64		Clasificación (SUCS): CL
N° 30	0.590	98.4	4.95	34.32	65.68		<b>ARCILLA LIGERA ARENOSA CON GRAVA</b>
N° 40	0.426	67.5	3.40	37.72	62.28		
N° 50	0.297	83.0	4.18	41.89	58.11		
N° 60	0.250	34.2	1.72	43.61	56.39		
N° 80	0.177	68.0	3.42	47.03	52.97		
N° 100	0.149	17.5	0.88	47.91	52.09		
N° 200	0.075	27.0	1.36	49.27	50.73		
< N° 200		1008.1	50.73	100.00			

**CURVA GRANULOMETRICA**



**Observaciones:**

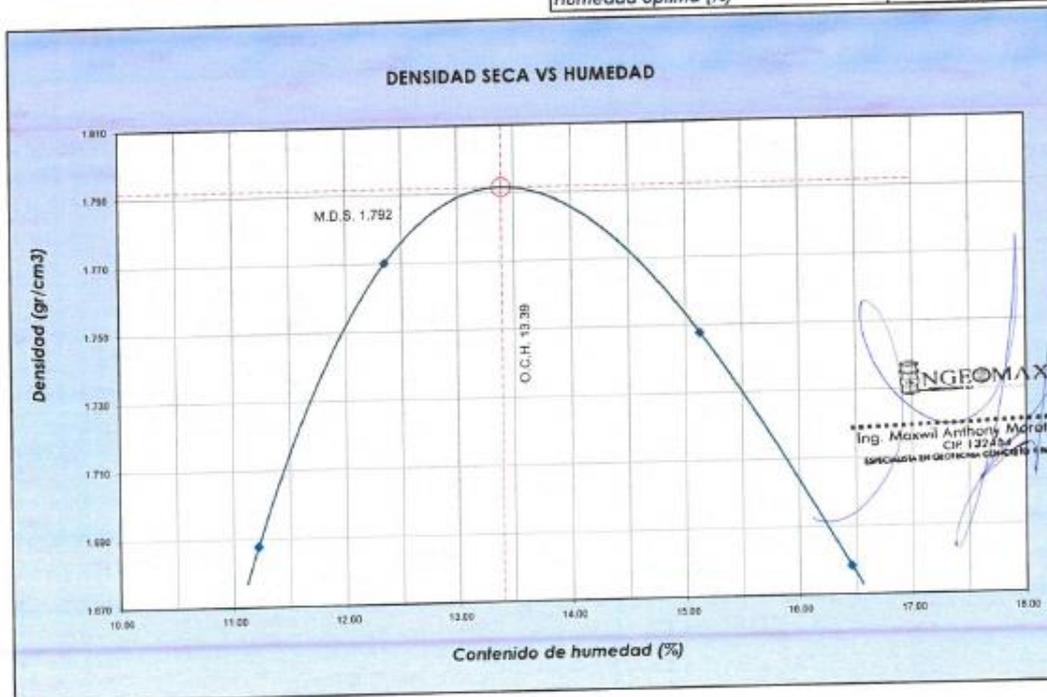
	<b>ENSAYO PROCTOR MODIFICADO</b> (ASTM D-1557, MTC-115)	F - SG - 103	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-02-03

<b>PROYECTO</b>	: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCAUPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILINDA	<b>REGISTRO N°:</b>	M-00C1-2022
<b>UBICACIÓN</b>	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO	<b>FECHA:</b>	May-22

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU	<b>CLASF. (SUCS)</b> : CL
<b>MUESTRA</b> : KM 0+000 (C-01)	<b>CLASF. (AASHTO)</b> : A-7-6 (11)
<b>ESTRADO</b> : E - 01	<b>Tipo de material:</b> Subrasante
<b>PROFUND. (m)</b> : 0.00 - 1.50 m	<b>COD. Muestra:</b> M-00C1-2022

DATOS DE LA MUESTRA					
Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5461.00	5566.00	5588.00	5534.00
Peso molde	gr	3695.00	3695.00	3695.00	3695.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1766.00	1871.00	1893.00	1839.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	940.79	940.79	940.79	940.79
Peso volumétrico húmedo	gr	1.877	1.989	2.012	1.955
Recipiente N°		117	110	115	122
Peso del suelo húmedo+tara	gr	227.20	254.30	249.20	237.10
Peso del suelo seco + tara	gr	207.60	230.20	221.10	208.40
Tara	gr	32.90	35.05	35.37	34.03
Peso de agua	gr	19.60	24.10	28.10	28.70
Peso del suelo seco	gr	174.70	195.15	185.73	174.37
Contenido de agua	%	11.2	12.3	15.1	16.5
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.688	1.770	1.748	1.678
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>					1.792
<b>Humedad óptima (%)</b>					13.4





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

SOLICITANTE : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON RILLOL

UBICACION : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

REGISTRO N° : M-00C1-2022  
FECHA : May-22

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
MUESTRA : KM 0+000 (C-01)  
ESTRADO : E - 01  
PROFUND. : 0.00 - 1.50 m

CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-00C1-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
	N°	30	9	25
Molde	N°			
Capas	N°		5	
Galpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gf	12761	11331	12280
Peso molde	gf	8440	7275	8469
Peso suelo húmedo compactado	gf	4321	4056	3811
Volumen del molde	cm³	2126.0	2118.3	2126.0
Peso volumétrica húmedo	g/cm	2.032	1.915	1.793
HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	20	30	35
Peso del suelo húmedo + tara	gf	57.60	55.60	58.60
Peso del suelo seco + tara	gf	53.78	52.38	55.10
Peso del recipiente	gf	25.27	28.26	28.88
Peso de agua	gf	3.8	3.2	3.5
Peso del suelo seco	gf	28.5	24.1	26.2
Contenido de agua	%	13.4	13.4	13.4
Contenido de agua promedio			13.4	
Peso volumétrico seco	gr/cm	1.792	1.689	1.582

**EXPANSION**

EXPANSIÓN MOLDE 30				
Fecha	Hora	mm	%	
20-Abr-22	10:00	116.00	0.00%	
21-Abr-22	10:00	116.01	0.01%	
22-Abr-22	10:00	116.02	0.02%	
23-Abr-22	10:00	116.03	0.03%	
24-Abr-22	10:00	116.05	0.04%	

EXPANSIÓN MOLDE 9				
Fecha	Hora	mm	%	
20-Abr-22	10:00	117.15	0.00%	
21-Abr-22	10:00	117.16	0.01%	
22-Abr-22	10:00	117.17	0.02%	
23-Abr-22	10:00	117.18	0.03%	
24-Abr-22	10:00	117.19	0.03%	

EXPANSIÓN MOLDE 25				
Fecha	Hora	mm	%	
20-Abr-22	10:00	117.15	0.00%	
21-Abr-22	10:00	117.16	0.01%	
22-Abr-22	10:00	117.17	0.02%	
23-Abr-22	10:00	117.18	0.03%	
24-Abr-22	10:00	117.19	0.03%	

**PENETRACIÓN**

CAPACIDAD: 17984 lbs (lector Digital)

Molde		30				9			25		
Penetración (mm)	Carga Estándar (g/g)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm²)	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm²)	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm²)	CBR corregido (%)	
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		
0.635	0.025	34	2		19	1		6	0		
1.270	0.050	67	4		36	2		11	1		
1.905	0.075	141	7		63	3		18	1		
2.540	0.100	154.32	175	9	5.83	106	5	3.24	26	1	1.17
3.810	0.150	270	13		150	7		89	4		
5.080	0.200	231.49	372	18	8.08	223	11	4.71	106	5	2.59
6.350	0.250	475	24		295	15		170	6		
7.620	0.300	536	27		359	18		190	9		



Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
C.R. 22434  
INGENIERIA EN GEOTECNIA CONCRETO Y ASFALTO



RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - 5G - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

SOLICITANTE : BACH. GARCIA CISNEROS, AUCIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILINTON FILLOL  
UBICACIÓN : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

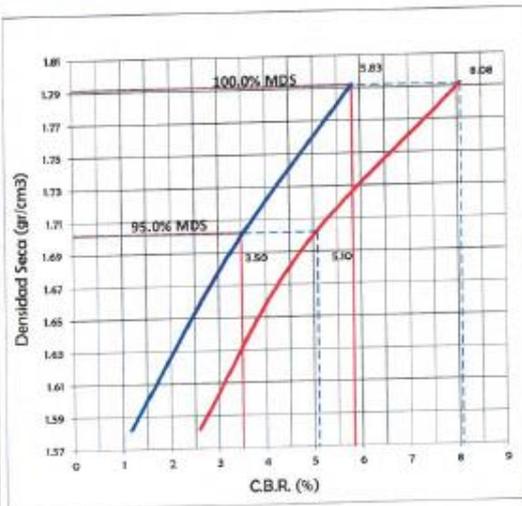
REGISTRO N° : M-00C1-2022  
FECHA : May-22

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
MUESTRA : KM 0+000 (C-01)  
ESTRADO : E - 01  
PROFUND. : 0.00 - 1.50 m

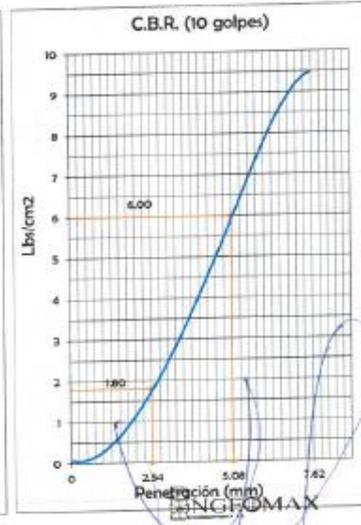
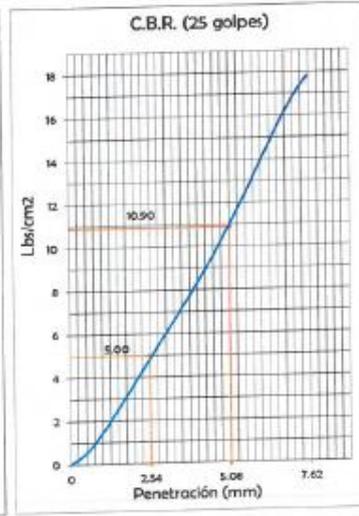
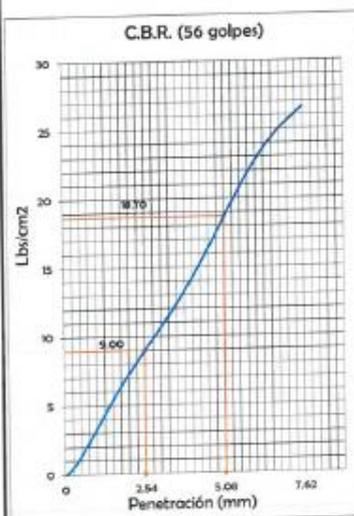
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-00C1-2022

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**



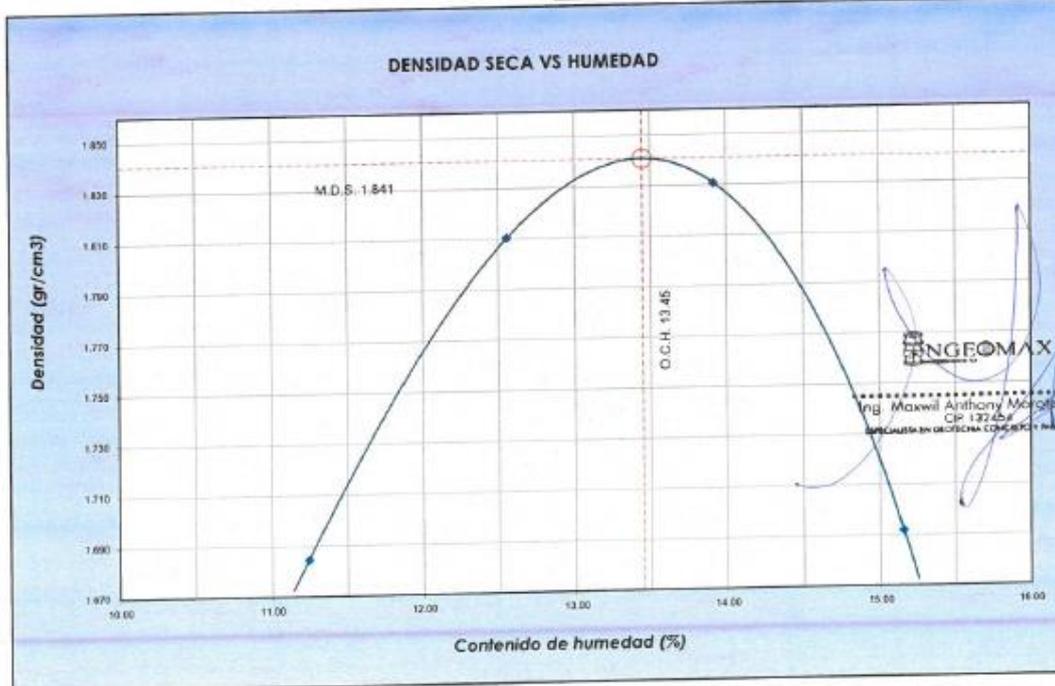
METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.792
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.39
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.702

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	5.8%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	3.5%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	8.1%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	5.1%
Expansion (%)	0.04%



Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP: 19945-6  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETOS Y MANTENIMIENTO

	<b>ENSAYO PROCTOR MODIFICADO</b> (ASTM D-1557, MTC-115)		F - SG - 103		
			Revisión:	1	
			Fecha:	2022-02-03	
PROYECTO	: "ADICIÓN DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"				
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CISNEROS, AUCIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTO		REGISTRO N°:	M-00C4-2022	
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		FECHA:	May-22	
<b>I. Datos Generales</b>					
PROCEDENCIA	: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU		CLASF. (SUCS) :	CL	
MUESTRA	: KM 1+500 (C-04)		CLASF. (AASHTO) :	A-6 (7)	
ESTRADO	: E - 02		Tipo de material:	Subrasante	
PROFUND. (m)	: 0.20 - 1.50 m		COD. Muestra:	M-00C4-2022	
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>					
<b>Numero de Ensayo</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Peso suelo + molde	gr	5458.00	5612.00	5657.00	5528.00
Peso molde	gr	3695.00	3695.00	3695.00	3695.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1763.00	1917.00	1962.00	1833.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	940.79	940.79	940.79	940.79
Peso volumétrico húmedo	gr	1.874	2.038	2.085	1.948
Recipiente N°		117	110	117	122
Peso del suelo húmedo+tara	gr	249.60	244.80	200.02	217.90
Peso del suelo seco + tara	gr	227.70	221.40	179.60	193.70
Tara	gr	32.90	35.05	32.90	34.03
Peso de agua	gr	21.90	23.40	20.42	24.20
Peso del suelo seco	gr	194.80	186.35	146.70	159.67
Contenido de agua	%	11.2	12.6	13.9	15.2
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.685	1.810	1.831	1.692
				Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.841
				Humedad óptima (%)	13.4



**INGEOMAX****RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)**

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

SOLICITANTE : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILINTON FILLOL  
UBICACIÓN : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO  
REGISTRO N° : M-00C4-2022  
FECHA : May-22**I. Datos Generales**PROCEDENCIA : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
MUESTRA : KM 1+500 (C-04)  
ESTRADO : E - 02  
PROFUND. : 0.20 - 1.50 mCLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-6 (7)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-00C4-2022**DATOS DE LA MUESTRA****COMPACTACIÓN DEL SUELO**

	N°	14	12	20
Molde	N°			
Capas	N°		5	
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	12011	11811	12449
Peso molde	gr	7600	7634	8499
Peso suelo húmedo compactado	gr	4411	4177	3950
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2112.7	2110.3	2119.4
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.088	1.979	1.864

**HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO**

	N°	27	39	40
Recipiente	N°			
Peso del suelo húmedo + tara	gr	54.78	56.90	57.41
Peso del suelo seco + tara	gr	51.72	53.15	52.80
Peso del recipiente	gr	28.91	25.19	18.38
Peso de agua	gr	3.1	3.8	4.6
Peso del suelo seco	gr	22.8	26.0	34.4
Contenido de agua	%	13.4	13.4	13.4
Contenido de agua promedio			13.4	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.841	1.745	1.644

**EXPANSION**

EXPANSIÓN MOLDE 14				
Fecha	Hora	mm	%	
20-Abr-22	13:00	116.00	0.00%	
21-Abr-22	13:00	116.01	0.01%	
22-Abr-22	13:00	116.02	0.02%	
23-Abr-22	13:00	116.03	0.03%	
24-Abr-22	13:00	116.05	0.04%	

EXPANSIÓN MOLDE 12				
Fecha	Hora	mm	%	
20-Abr-22	13:00	117.15	0.00%	
21-Abr-22	13:00	117.16	0.01%	
22-Abr-22	13:00	117.17	0.02%	
23-Abr-22	13:00	117.18	0.03%	
24-Abr-22	13:00	117.19	0.03%	

EXPANSIÓN MOLDE 20				
Fecha	Hora	mm	%	
20-Abr-22	13:00	117.15	0.00%	
21-Abr-22	13:00	117.16	0.01%	
22-Abr-22	13:00	117.17	0.02%	
23-Abr-22	13:00	117.18	0.03%	
24-Abr-22	13:00	117.19	0.03%	

**PENETRACIÓN**

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)

Molde		14				12			20		
Penetración (mm)	Carga Estándar (lb/ft <sup>2</sup> )	Carga (lbs)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		
0.635	0.025	84	4		30	1		14	1		
1.270	0.050	127	6		86	4		41	2		
1.905	0.075	240	12		113	6		78	4		
2.540	0.100	154.32	290	14	9.72	190	9	5.90	86	4	3.24
3.810	0.150		419	21		275	14		179	9	
5.080	0.200	231.49	542	27	11.66	360	18	7.69	240	12	5.18
6.350	0.250		670	33		430	21		285	14	
7.620	0.300		799	40		480	24		320	16	

Ing. Maxwell Anthony Morale Avias  
CIP 132454  
INGENIERIA EN GESTION DE PROYECTOS E INVENTOS



RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCAUPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

SOLICITANTE : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL

UBICACION : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

REGISTRO N° : M-00C4-2022

FECHA : Abr-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU

MUESTRA : KM 1+500 (C-04)

ESTRADO : E - 02

PROFUND. : 0.20 - 1.50 m

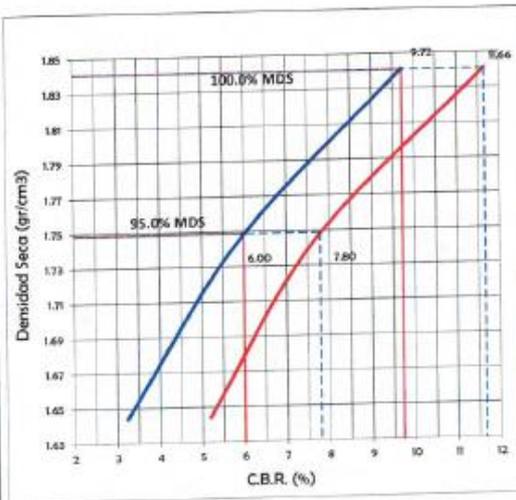
CLASF. (SUCS) : CL

CLASF. (AASHTO) : A-6 (7)

Tipo de material: Subrasante

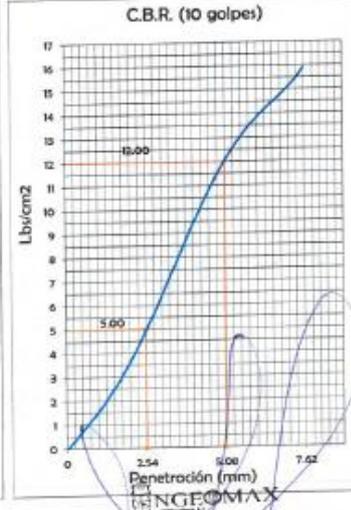
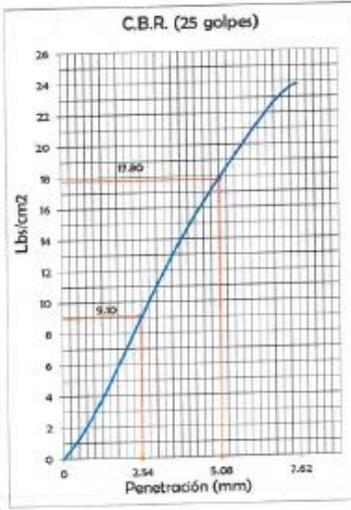
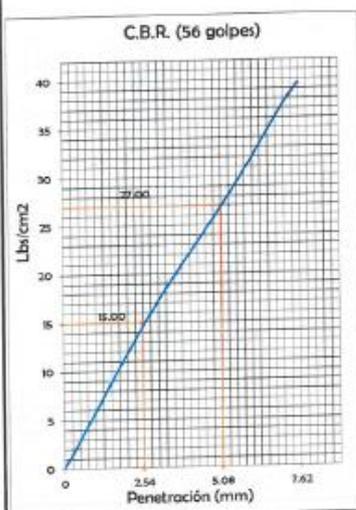
COD. Muestra: M-00C4-2022

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



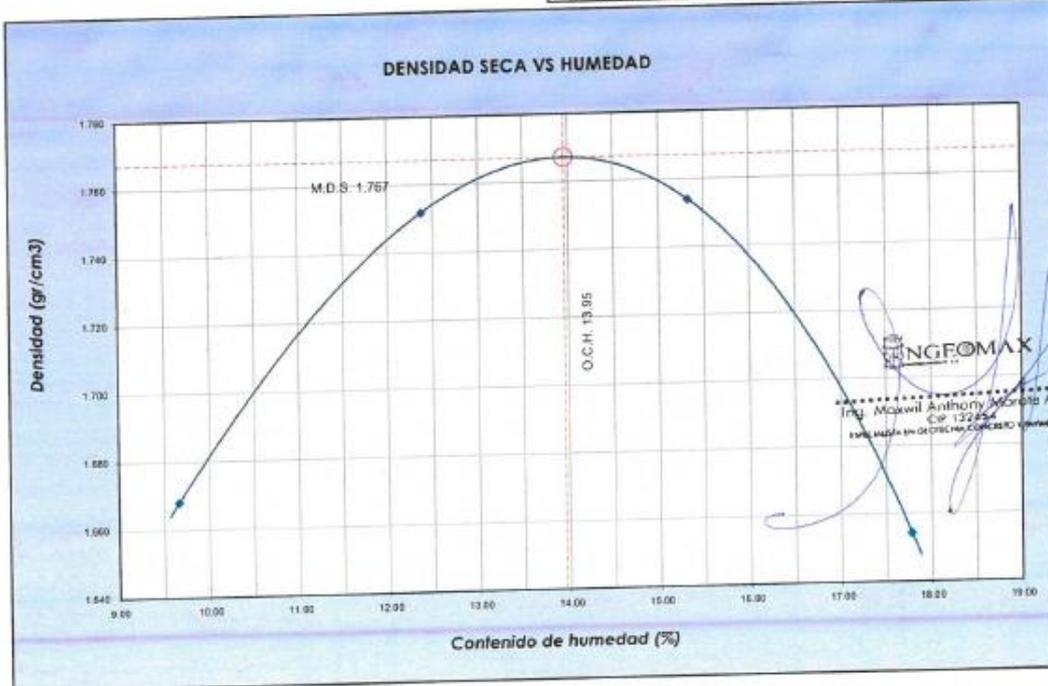
METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.841
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.45
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.749

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	9.7%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	6.0%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	11.7%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	7.8%
Expansion (%)	0.04%



Ing. Maxwell Anthony Morote Anas  
CIP 472854  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONCRETO E INGENIERIA

	<b>ENSAYO PROCTOR MODIFICADO</b> (ASTM D-1557, MTC-115)		F - SG - 103		
			Revisión:	1	
			Fecha:	2022-02-03	
PROYECTO	"ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"				
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILINTO		REGISTRO N°:	M-00C7-2022	
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		FECHA:	May-22	
<b>I. Datos Generales</b>					
PROCEDENCIA	: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU		CLASF. (SUCS) :	CL	
MUESTRA	: KM 3+100 [C-07]		CLASF. (AASHTO) :	A-6 (5)	
ESTRADO	: E - 02		Tipo de material:	Subrasante	
PROFUND. (m)	: 0.20 - 1.50 m		COD. Muestra:	M-00C7-2022	
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>					
<b>Numero de Ensayo</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Peso suelo + molde	gr	5416.00	5547.00	5598.00	5528.00
Peso molde	gr	3695.00	3695.00	3695.00	3695.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1721.00	1852.00	1903.00	1833.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	940.79	940.79	940.79	940.79
Peso volumétrico húmedo	gr	1.829	1.969	2.023	1.948
Recipiente N°		118	104	120	109
Peso del suelo húmedo+tara	gr	274.50	260.50	287.90	255.20
Peso del suelo seco + tara	gr	253.40	235.50	254.30	221.60
Tara	gr	35.04	33.47	35.06	32.61
Peso de agua	gr	21.10	25.00	33.60	33.60
Peso del suelo seco	gr	218.36	202.03	219.24	188.99
Contenido de agua	%	<b>9.7</b>	<b>12.4</b>	<b>15.3</b>	<b>17.8</b>
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.668</b>	<b>1.752</b>	<b>1.754</b>	<b>1.654</b>
				<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.767</b>
				<b>Humedad óptima (%)</b>	<b>14.0</b>





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

SOLICITANTE : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILINTON FILLON

UBICACIÓN : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

REGISTRO N° : M-00C7-2022  
FECHA : May-22

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
MUESTRA : KM 3+100 (C-07)  
ESTRADO : E - 02  
PROFUND. : 0.20 - 1.50 m

CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-4 (S)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-00C7-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
Molde	N°	23	22	15
Capas	N°	5		
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	12790	12489	11425
Peso molde	gr	8521	8441	7652
Peso suelo húmedo compactado	gr	4269	4048	3773
Volumen del molde	cm³	2119.8	2126.9	2117.1
Peso volumétrico húmedo	gr/cm³	2.014	1.903	1.782
HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	7	15	35
Peso del suelo húmedo + tara	gr	57.69	55.40	58.70
Peso del suelo seco + tara	gr	52.68	51.75	55.05
Peso del recipiente	gr	16.90	25.75	28.88
Peso de agua	gr	5.0	3.7	3.7
Peso del suelo seco	gr	35.8	26.0	26.2
Contenido de agua	%	14.0	14.0	14.0
Contenido de agua promedio		14.0		
Peso volumétrico seco	gr/cm³	1.767	1.669	1.563

**EXPANSION**

EXPANSIÓN MOLDE 23				
Fecha	Hora	mm	%	
21-Abr-22	17:00	116.00	0.00%	
22-Abr-22	17:00	116.01	0.01%	
23-Abr-22	17:00	116.02	0.02%	
24-Abr-22	17:00	116.03	0.03%	
25-Abr-22	17:00	116.05	0.04%	

EXPANSIÓN MOLDE 22				
Fecha	Hora	mm	%	
21-Abr-22	17:00	117.15	0.00%	
22-Abr-22	17:00	117.16	0.01%	
23-Abr-22	17:00	117.17	0.02%	
24-Abr-22	17:00	117.18	0.03%	
25-Abr-22	17:00	117.19	0.03%	

EXPANSIÓN MOLDE 15				
Fecha	Hora	mm	%	
21-Abr-22	17:00	117.15	0.00%	
22-Abr-22	17:00	117.16	0.01%	
23-Abr-22	17:00	117.17	0.02%	
24-Abr-22	17:00	117.18	0.03%	
25-Abr-22	17:00	117.19	0.03%	

**PENETRACIÓN**

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)

Molde		23			22			15		
Penetración (mm)	Carga Estándar (Bulg)	Carga (Lbs)	Presión (lbs/cm²)	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm²)	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm²)	CBR corregido (%)
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0	
0.635	0.025	70	3		57	3		17	1	
1.270	0.050	180	9		95	5		26	1	
1.905	0.075	217	11		132	7		70	3	
2.540	0.100	280	14	9.53	197	10	5.90	101	5	3.24
3.810	0.150	435	22		255	13		160	8	
5.080	0.200	521	26	11.36	368	18	7.86	236	12	4.88
6.350	0.250	654	32		453	23		280	14	
7.620	0.300	761	38		512	25		315	16	



Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP 13984  
INGENIERO EN GEOTECNIA Y CONCRETO Y MATERIAS



RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - 5G - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

SOLICITANTE : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLAL

UBICACIÓN : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

REGISTRO N° : M-00C7-2022

FECHA : May-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU

MUESTRA : KM 3+100 (C-07)

ESTRADO : E - 02

PROFUND. : 0.20 - 1.50 m

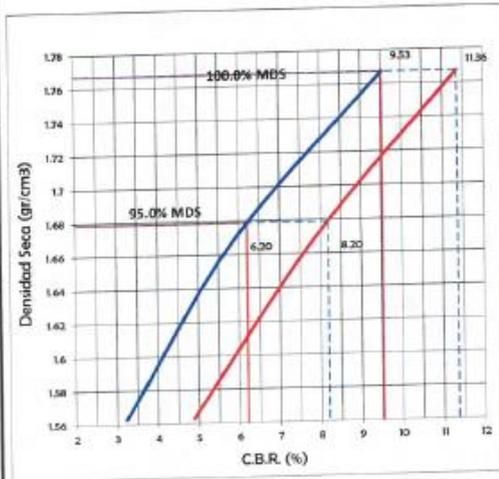
CLASF. (SUCS) : CL

CLASF. (AASHTO) : A-6 (5)

Tipo de material: Subrasante

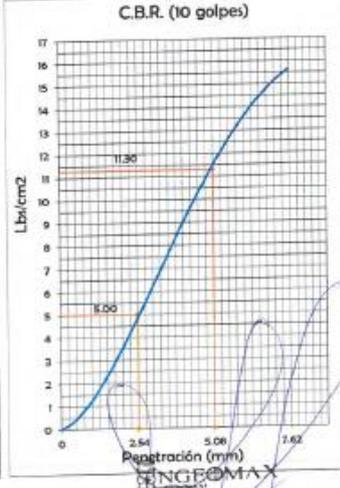
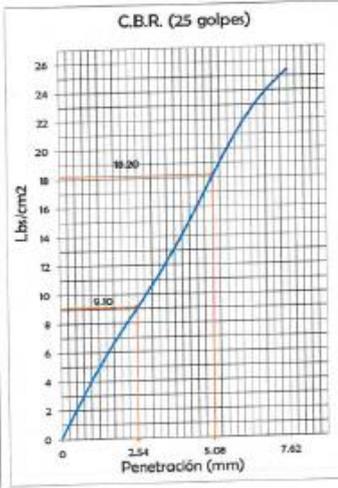
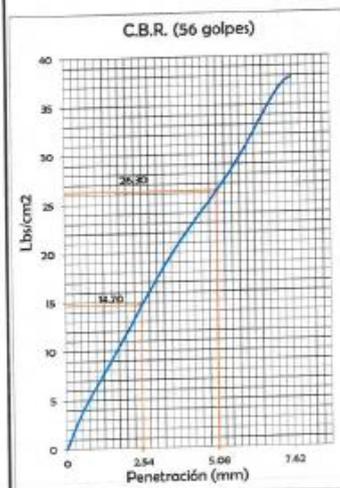
COD. Muestra: M-00C7-2022

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.767
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.95
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.679

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	9.5%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	6.2%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	11.4%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	8.2%
Expansion (%)	0.04%



INGEOMAX S.A.S.

Ing. Maxwell Anthony Márquez Arias  
C.P. 122454  
ESPECIALISTA EN OBRAS DE CONCRETO Y ASFALTO





	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)</b>	F - SG - 100	
		Revisión:	1
		Fecha:	2023-04-12
PROYECTO	"ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	: BACH, GARCIA CORDERO, ALICIA MONICA Y BACH, LUERA CARDENAS, WILMOTON FILLOL		
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU <b>MUESTRA</b> : SN + 0,80 l/m <sup>3</sup> Terrasil + 10% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO <b>ESTRATO</b> : SUELO ADICIONADO <b>PROFUND. (m)</b> : -	<b>TIPO DE MATERIAL:</b> SUBRASANTE <b>COD. PROYECTO:</b> IGM-PC-0010-2022 <b>COD. MUESTRA:</b> M-SN+TERRASIL 2022 <b>FECHA:</b> May-22
---	--

N° DE ENSAYOS	N°	1	2
		N° Tara	
Masa Tara + Suelo Humedo	(g)	114.3	110.1
Masa Tara + Suelo Seco	(g)	108.8	103.1
Masa Tara	(g)	55.0	35.1
Masa Agua	(g)	5.5	7.0
Masa Suelo Seco	(g)	53.9	68.1
Contenido de Humedad	(%)	10.2	10.3
<b>Promedio (%)</b>		<b>10.3</b>	

**Observaciones:**

.....  
 .....

  
 .....  
 Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
 CP 132454  
 ESPECIALIDAD: GEOTECNIA E INGENIERIA AMBIENTAL

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)</b>		F - SG - 100
			Revisión: 1
			Fecha: 2023-04-12
PROYECTO	: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LLERENA CARDENAS, WILNION FILIOL		
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**1. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU <b>MUESTRA</b> : SN + 0.80 l/m <sup>3</sup> Terrasil + 15% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO <b>ESTRATO</b> : SUELO ADICIONADO <b>PROFUND. (m)</b> : -	<b>TIPO DE MATERIAL:</b> SUBRASANTE <b>COD. PROYECTO:</b> IGM-PC-0010-2022 <b>COD. MUESTRA:</b> M-SN-TERRASIL-2022 <b>FECHA:</b> May-22
---	--

N° DE ENSAYOS		1	2
N° Tara	N°	100	101
Masa Tara + Suelo Humedo	(g)	115.4	130.2
Masa Tara + Suelo Seco	(g)	108.0	120.4
Masa Tara	(g)	58.2	56.3
Masa Agua	(g)	7.6	9.8
Masa Suelo Seco	(g)	49.8	64.2
Contenido de Humedad	(%)	15.3	15.3
<b>Promedio (%)</b>		<b>15.3</b>	

**Observaciones:**

.....

.....

  
 .....  
 Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
 CIP 132454  
 INGENIERO EN DE DISEÑO CONCRETO Y ACEROS

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)</b>	F - SG - 100	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022		
SOLICITANTE	BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILTON PILLOL		
UBICACIÓN	SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU MUESTRA : SN + 1.20 l/m3 Terrasil ESTRATO : SUELO ADICIONADO PROFUND. (m) : -	TIPO DE MATERIAL: SUBRASANTE COD. PROYECTO: IGM-PC-0010-2022 COD. MUESTRA: M-SN+TERRASIL-2022 FECHA: May-22
--	--

N° DE ENSAYOS		1	2
N° Tara	N°	89	105
Masa Tara + Suelo Humedo	(g)	125.6	122.4
Masa Tara + Suelo Seco	(g)	116.6	110.8
Masa Tara	(g)	56.7	34.5
Masa Agua	(g)	9.0	11.6
Masa Suelo Seco	(g)	59.9	76.4
Contenido de Humedad	(%)	15.1	15.2
<b>Promedio (%)</b>		<b>15.1</b>	

**Observaciones:**

.....

.....

  
 Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
 CIP 130454  
 SUPERINTENDENTE EN CHILE PARA CONCRETO Y TERRASIL

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)</b>	F - 5G - 100	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022		
SOLICITANTE	BACH. GARCIA CISNEROS, AUCIA MONICA Y BACH. LUDERIA CARDENAS, WILSON RILLOL		
UBICACION	SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU <b>MUESTRA</b> : 5% + 1,20 l/m <sup>3</sup> Terrasil + 5% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO <b>ESTRATO</b> : SUELO ADICIONADO <b>PROFUND. (m)</b> : -	<b>TIPO DE MATERIAL:</b> SUBRASANTE <b>COD. PROYECTO:</b> IGM-PC-0010-2022 <b>COD. MUESTRA:</b> M-5N-TERRASIL-2022 <b>FECHA:</b> May-22
--	--

N° DE ENSAYOS		1	2
N° Tara	N°	89	113
Masa Tara + Suelo Humedo	(g)	128.1	125.6
Masa Tara + Suelo Seco	(g)	120.0	115.3
Masa Tara	(g)	56.7	35.3
Masa Agua	(g)	6.1	10.3
Masa Suelo Seco	(g)	63.3	80.0
Contenido de Humedad	(%)	12.8	12.9
<b>Promedio (%)</b>		<b>12.8</b>	

**Observaciones:**

.....

.....

  
 Ing. Maxwell Anthony Morote Ariza  
 CR. 137454  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y ALUMBRADO

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)</b>	F - SG - 100
		Revisión: 1 Fecha: 2022-04-12
PROYECTO	ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022	
SOLICITANTE	BACH. GARCIA CISNEROS, AUCIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILTON FLOD.	
UBICACIÓN	SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO	

**1. Datos Generales**

PROCEDENCIA: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU MUESTRA: SN + 1.20 (l/m <sup>3</sup> ) Terrasil + 10% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO ESTRATO: SUELO ADICIONADO PROFUND. (m): -	TIPO DE MATERIAL: SUBRASANTE COD. PROYECTO: IGM-PC-0010-2022 COD. MUESTRA: M-SN-TERRASIL-2022 FECHA: May-22
--	--

N° DE ENSAYOS		1	2
N° Tara	N°	78	98
Masa Tara + Suelo Humedo	(g)	119.6	115.1
Masa Tara + Suelo Seco	(g)	113.0	109.0
Masa Tara	(g)	57.1	58.3
Masa Agua	(g)	6.6	6.1
Masa Suelo Seco	(g)	55.9	50.7
Contenido de Humedad	(%)	11.8	12.0
<b>Promedio (%)</b>		<b>11.9</b>	

**Observaciones:**

.....

.....

  
 .....  
 Ing. Maxwil Anthony Morale Arias  
 CIP 132454  
 INGENIERO EN GEOTECNIA ESPECIALIZADO EN FUNDACIONES

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)</b>	F - SG - 100	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCAUPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022		
SOLICITANTE	BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILTON FILIO.		
UBICACIÓN	SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> 1. CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU <b>MUESTRA</b> 1. SN + 1.20 lit/m3 terrasil + 15% CENIZA DE HOJAS DE EUCAUPTO <b>ESTRATO</b> 1. SUELO ADICIONADO <b>PROFUND. (m)</b> 1. -	<b>TIPO DE MATERIAL:</b> SUBRASANTE <b>COD. PROYECTO:</b> IGM-PC-0010-2022 <b>COD. MUESTRA:</b> M-SH+TERRASIL-2022 <b>FECHA:</b> May-22
--	--

		1	2
<b>N° DE ENSAYOS</b>	N°	108	119
N° Tara	(g)	111.3	114.9
Masa Tara + Suelo Humedo	(g)	102.3	105.3
Masa Tara + Suelo Seco	(g)	34.7	34.4
Masa Tara	(g)	9.0	9.6
Masa Agua	(g)	67.7	70.9
Masa Suelo Seco	(g)	13.3	13.5
Contenido de Humedad	(%)	13.3	13.5
<b>Promedio (%)</b>		<b>13.4</b>	

**Observaciones:**

.....

.....

  
 .....  
 Ing. Maxwell Anthony Morúa Arias  
 CIP: 122454  
 ESPECIALIDAD: GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)</b>	F - SG - 100	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	: "ADICIÓN DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	: BACH. GARCÍA CISNEROS, AUCIA MÓNICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILTON RILLOL		
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

<b>PROVINCIA</b> : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU <b>MUESTRA</b> : SN + 1.60 l/m <sup>3</sup> Terrasil <b>ESTRATO</b> : SUELO ADICIONADO <b>PROFUND. (m)</b> : -	<b>TIPO DE MATERIAL:</b> SUBRASANTE <b>COD. PROYECTO:</b> IGM-PC-0010-2022 <b>COD. MUESTRA:</b> M-SN-TERRASIL-2022 <b>FECHA:</b> May-22
--	--

N° DE ENSAYOS	N°	1	2
		N° Tara	
Masa Tara + Suelo Humedo	(g)	130.2	128.4
Masa Tara + Suelo Seco	(g)	120.0	118.4
Masa Tara	(g)	58.7	54.3
Masa Agua	(g)	10.2	10.3
Masa Suelo Seco	(g)	41.3	42.1
Contenido de Humedad	(%)	16.6	16.5
<b>Promedio (%)</b>		<b>16.6</b>	

**Observaciones:**

.....  
 .....

  
 .....  
 Ing. Maxwell Anthony Marofé Arjas  
 CIP: 132854  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA CIVIL Y AMBIENTAL

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)</b>	F - SG - 100	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022		
SOLICITANTE	BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDEÑA, CARDENAS, WILTON FILLOL		
UBICACION	SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA	: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU	TIPO DE MATERIAL:	SUBRASANTE
MUESTRA	: SN + 1,60 l/m3 Terrasil + 5% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO	COD. PROYECTO:	IGM-PC-0010-2022
ESTRATO	: SUELO ADICIONADO	COD. MUESTRA:	M-SN+TERRASIL-2022
PROFUND. (m)	: -	FECHA:	May-22

N° DE ENSAYOS		1	2
N° Tara	N°	96	115
Masa Tara + Suelo Humedo	(g)	121.7	122.9
Masa Tara + Suelo Seco	(g)	114.2	112.4
Masa Tara	(g)	58.7	35.4
Masa Agua	(g)	7.5	10.6
Masa Suelo Seco	(g)	55.5	77.0
Contenido de Humedad	(%)	13.5	13.7
<b>Promedio (%)</b>		<b>13.6</b>	

**Observaciones:**

.....

.....

  
 .....  
 Ing. Maxwil Anthony Marín Arias  
 CIP: 132454  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CLASIFICACIÓN Y EVALUACIÓN

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b> <b>(ASTM D 2216, MTC E 108)</b>		F - SG - 100
			Revisión: 1
			Fecha: 2022-04-12
PROYECTO	ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCAUPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022		
SOLICITANTE	BACH. GARCIA OSNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILSON RILLO		
UBICACION	SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU <b>MUESTRA</b> : SN + 1.40 g/m <sup>3</sup> Terrasil + 10% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO <b>ESTRATO</b> : SUELO ADICIONADO <b>PROFUND. (m)</b> : -	<b>TIPO DE MATERIAL:</b> SUBRASANTE <b>COD. PROYECTO:</b> ISM-PC-0010-2022 <b>COD. MUESTRA:</b> M-SN+TERRASIL-2022 <b>FECHA:</b> May-22
---	--

N° DE ENSAYOS		1	2
N° Tara	N°	80	108
Masa Tara + Suelo Humedo	(g)	126.9	118.7
Masa Tara + Suelo Seco	(g)	119.0	109.0
Masa Tara	(g)	57.6	34.7
Masa Agua	(g)	7.9	9.7
Masa Suelo Seco	(g)	61.4	74.4
Contenido de Humedad	(%)	12.9	13.0
<b>Promedio (%)</b>		<b>13.0</b>	

**Observaciones:**

.....

.....

  
 Ing. Maxwil Anthony Marole Arias  
 CIP 137454  
 EMPRESA DE BIOTECNIA CONCRETO E INGENIERIA

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)</b>	P - SG - 100	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO:	ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022		
SOLICITANTE:	BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LLIDERA CARDENAS, WILMOTON RILLOL		
UBICACIÓN:	SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU <b>MUESTRA</b> : SN + 1.60 g/m <sup>3</sup> Terrasil + 15% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO <b>ESTRATO</b> : SUELO ADICIONADO <b>PROFUND. (m)</b> : -	<b>TIPO DE MATERIAL:</b> SUBRASANTE <b>COD. PROYECTO:</b> IGM-PC-0010-2022 <b>COD. MUESTRA:</b> M-SN+TERRASIL-2022 <b>FECHA:</b> May 22
---	--

N° DE ENSAYOS	N°	1	2
		N° Tara	
Masa Tara + Suelo Humedo	(g)	130.6	136.2
Masa Tara + Suelo Seco	(g)	117.9	122.6
Masa Tara	(g)	35.1	32.9
Masa Agua	(g)	12.7	13.6
Masa Suelo Seco	(g)	82.8	89.7
Contenido de Humedad	(%)	15.3	15.2
<b>Promedio (%)</b>		<b>15.2</b>	

**Observaciones:**

.....

.....

  
 Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
 CP 132454  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y GEOMECANICA

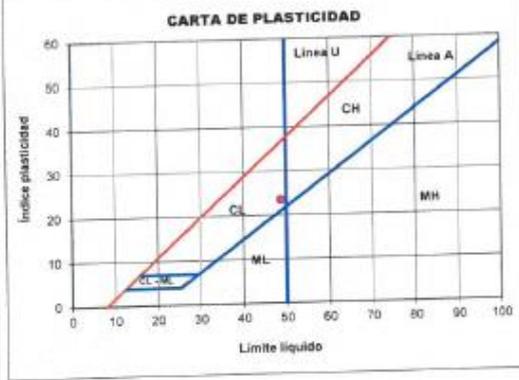
	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40</b> <b>(ASTM D4318, MTC E-110)</b>	F - SG - 101	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	"ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL		
UBICACION	SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU. <b>MUESTRA</b> : SN + 0.80 l/m <sup>3</sup> Terrasil <b>ESTRATO</b> : SUELO ADICIONADO <b>PROFUND. (m)</b> : -	<b>TIPO DE MATERIAL</b> : SUBRASANTE <b>COD. PROYECTO</b> : IGM-PC-0010-2022 <b>COD. MUESTRA</b> : AA-SN+TERRASIL-2022 <b>FECHA</b> : May-22
---	---

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	16	43	25
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	47.00	41.71	50.11
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	39.80	34.49	43.07
MASA DE AGUA	(g)	7.20	7.22	7.04
MASA DEL TARRO	(g)	25.36	19.68	28.19
MASA DEL SUELO SECO	(g)	14.44	14.81	14.88
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	49.9	48.8	47.3
NUMERO DE GOLPES		18	27	34

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	N°	81	83
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	60.81	63.09
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	59.54	61.91
MASA DE AGUA	(g)	1.3	1.2
MASA DEL TARRO	(g)	54.76	57.04
MASA DEL SUELO SECO	(g)	4.8	4.9
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.0	24.2



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	48.7
LIMITE PLASTICO (%)	25.1
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	23.6

**Observaciones:**

.....

.....

  
 Ing. Maxwell Aníbal Morúa Arias  
 CIP 137454  
 ESPECIALISTA EN DISEÑO CONCRETO Y ACEROS

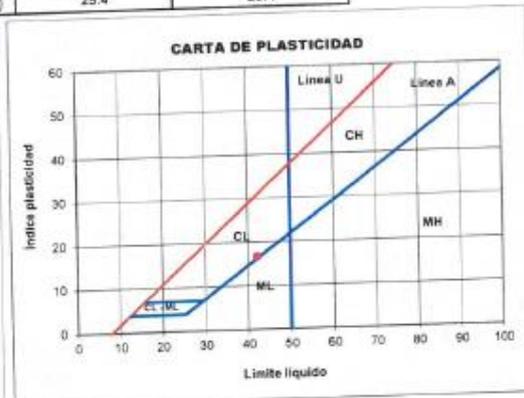
	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40</b> <b>(ASTM D4318 , MTC E-110)</b>	F - SG - 101	
		Revisión:	1
PROYECTO		Fecha:	2022-04-12
: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"			
SOLICITANTE : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILINTON FILLOL			
UBICACIÓN : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO			

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU <b>MUESTRA</b> : SN + 0.80 l/m <sup>3</sup> Terrasil + 5% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO <b>ESTRATO</b> : SUELO ADICIONADO <b>PROFUND. (m)</b> : -	<b>TIPO DE MATERIAL:</b> SUBRASANTE <b>COD. PROYECTO:</b> IGM-PC-0010-2022 <b>COD. MUESTRA:</b> M-SN+TERRASIL+CHE -2022 <b>FECHA:</b> May-22
--	---

LIMITE LIQUIDO				
	N°	63	69	44
N° TARRO		77.26	76.50	79.23
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	71.32	69.99	73.54
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	5.94	6.51	5.69
MASA DE AGUA	(g)	58.22	54.69	59.24
MASA DEL TARRO	(g)	13.10	15.30	14.30
MASA DEL SUELO SECO	(g)	45.3	42.5	39.8
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	15	26	35
NUMERO DE GOLPES				

LIMITE PLASTICO				
	N°	4	24	
N° TARRO		26.17	36.58	
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	24.56	34.04	
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	1.6	1.5	
MASA DE AGUA	(g)	18.22	27.98	
MASA DEL TARRO	(g)	6.3	6.1	
MASA DEL SUELO SECO	(g)	25.4	25.4	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)			



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	42.2
LIMITE PLASTICO (%)	25.4
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	16.8

**Observaciones:**

.....  
 .....

  
**INGEOMAX**  
 Ing. Maxwell Anthony Morales Avoca  
 CIP: 132484  
 ESPECIALISTA EN DISEÑO DE CONCRETO ARMADO

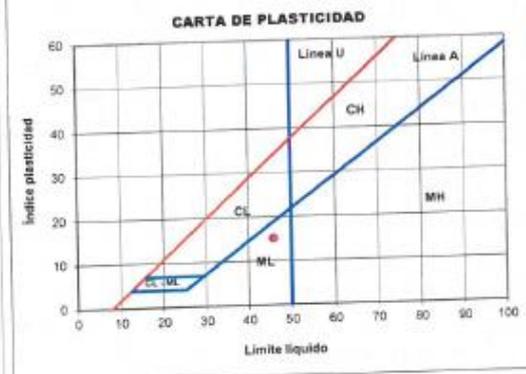
	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318, MTC E-110)</b>		F - 5G - 101
			Revisión: 1
			Fecha: 2022-04-12
PROYECTO	: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCAUPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILINTON FILLOL		
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU <b>MUESTRA</b> : SN + 0.80 l/m <sup>3</sup> Terrasil + 10% CENIZA DE HOJAS DE EUCAUPTO <b>ESTRATO</b> : SUELO ADICIONADO <b>PROFUND. (m)</b> : -	<b>TIPO DE MATERIAL:</b> SUBRASANTE <b>COD. PROYECTO:</b> IGM-PC-0010-2022 <b>COD. MUESTRA:</b> M-SN+TERRASIL+CHE -2022 <b>FECHA:</b> May-22
--	---

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	14	47	49
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	48.34	45.89	41.97
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	41.77	39.43	35.71
MASA DE AGUA	(g)	6.57	6.46	6.26
MASA DEL TARRO	(g)	27.90	25.10	21.26
MASA DEL SUELO SECO	(g)	13.87	14.33	14.45
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	47.4	45.1	43.3
NUMERO DE GOLPES		20	28	35

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	N°	71	74
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	60.66	64.73
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	59.24	63.32
MASA DE AGUA	(g)	1.4	1.4
MASA DEL TARRO	(g)	54.60	58.71
MASA DEL SUELO SECO	(g)	4.6	4.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.6	30.6



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	45.8
LIMITE PLASTICO (%)	30.6
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	15.2

**Observaciones:**

.....

.....

  
 Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
 CIP: 137654-  
 INGENIERO EN GEOTECNIA CONCURSO E INMEDIATOS

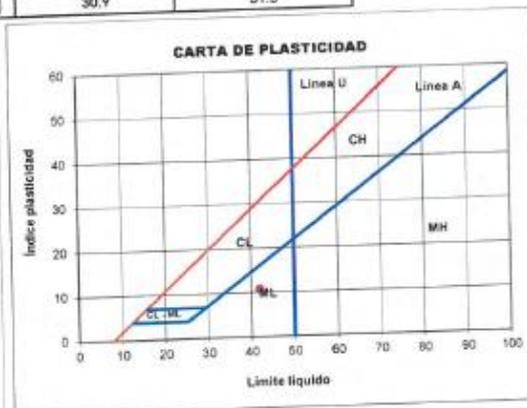
	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40</b> <b>(ASTM D4318 , MTC E-110)</b>	F - SG - 101	
		Revisión:	1
PROYECTO : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		Fecha:	2022-04-12
SOLICITANTE : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILINTON FILLOL			
UBICACIÓN : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO			

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU <b>MUESTRA</b> : SN + 0.80 l/m <sup>3</sup> Terrasil + 15% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO <b>ESTRATO</b> : SUELO ADICIONADO <b>PROFUND. (m)</b> : -	<b>TIPO DE MATERIAL:</b> SUBRASANTE <b>COD. PROYECTO:</b> IGM-PC-0010-2022 <b>COD. MUESTRA:</b> M-SN+TERRASIL+CHE-2022 <b>FECHA:</b> May-22
---	--

LIMITE LIQUIDO				
	N°	70	65	62
N° TARRO		74.03	74.25	74.94
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	68.19	68.62	68.64
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	5.84	5.63	6.30
MASA DE AGUA	(g)	54.95	55.27	52.82
MASA DEL TARRO	(g)	13.24	13.35	15.82
MASA DEL SUELO SECO	(%)	44.1	42.2	39.8
CONTENIDO DE HUMEDAD		17	26	35
NUMERO DE GOLPES				

LIMITE PLASTICO			
	N°	17	19
N° TARRO		26.23	26.71
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	24.31	24.65
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	1.9	2.1
MASA DE AGUA	(g)	18.09	18.11
MASA DEL TARRO	(g)	6.2	6.5
MASA DEL SUELO SECO	(%)	30.9	31.5
CONTENIDO DE HUMEDAD			



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	42.0
LIMITE PLASTICO (%)	31.2
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	10.8

**Observaciones:**

.....

.....

  
**INGEOMAX**  
 Ing. Maxwell Anthony Morúa Arias  
 CIP 130 454  
 INGENIERO EN GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO

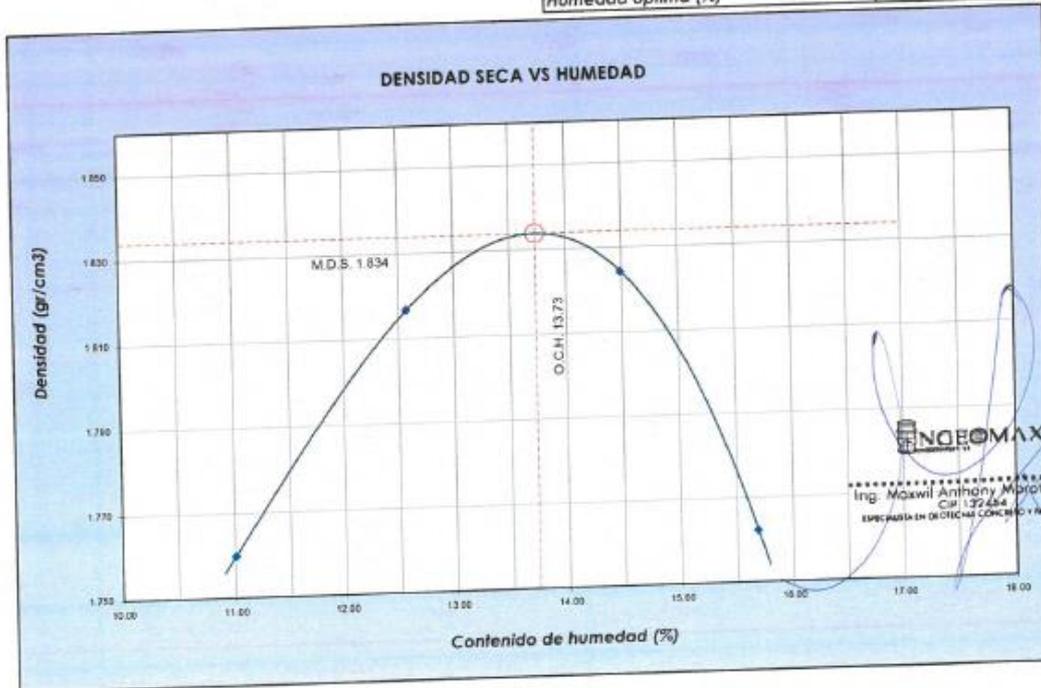
	<b>ENSAYO PROCTOR MODIFICADO</b> (ASTM D-1557, MTC-115)		F - SG - 103	
			Revisión:	1
			Fecha:	2022-02-03
PROYECTO	: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"			
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTO		REGISTRO N°:	M-SN+TERRASIL-2022
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		FECHA:	May-22

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
 MUESTRA : SN + 0.80 H/m<sup>3</sup> Terrasil  
 ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
 PROFUND. (m) : -

CLASF. (SUCS) : CL  
 CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
 Tipo de material: Subrasante  
 COD. Muestra: M-SN+TERRASIL-2022

		DATOS DE LA MUESTRA			
Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5533.00	5619.00	5660.00	5613.00
Peso molde	gr	3695.00	3695.00	3695.00	3695.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1838.00	1924.00	1965.00	1918.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	940.79	940.79	940.79	940.79
Peso volumétrico húmedo	gr	1.954	2.045	2.089	2.039
Recipiente N°		117	112	110	121
Peso del suelo húmedo+tara	gr	188.20	276.20	213.60	165.00
Peso del suelo seco + tara	gr	172.80	249.20	191.00	147.10
Tara	gr	32.90	34.47	35.05	32.99
Peso de agua	gr	15.40	27.00	22.60	17.90
Peso del suelo seco	gr	139.90	214.73	155.95	114.11
Contenido de agua	%	11.0	12.6	14.5	15.7
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.760	1.817	1.824	1.762
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>					1.834
<b>Humedad óptima (%)</b>					13.7





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

SOLICITANTE : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL

UBICACION : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

REGISTRO N° : SN-TERRASIL-20  
FECHA : May-22

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
MUESTRA : SN + 0.80 B/m3 Terrasil  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -

CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+TERRASIL-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**COMPACTACIÓN DEL SUELO**

	N°	12	22	2
Molde	N°	12	22	2
Capas	N°	5	5	10
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	12034	12672	10943
Peso molde	gr	7634	8441	6998
Peso suelo húmeda compactado	gr	4400	4231	3945
Volumen del molde	cm³	2110.3	2126.9	2117.1
Peso volumétrico húmedo	g/cm³	2.085	1.989	1.863

**HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO**

	N°	10	12	14
Recipiente	N°	10	12	14
Peso del suelo húmedo + tara	gr	55.20	55.60	54.10
Peso del suelo seco + tara	gr	51.90	51.10	50.92
Peso del recipiente	gr	27.73	17.90	27.90
Peso de agua	gr	3.3	4.5	3.2
Peso del suelo seco	gr	24.2	33.2	23.0
Contenido de agua	%	13.7	13.6	13.8
Contenido de agua promedio			13.7	
Peso volumétrico seco	g/cm³	1.834	1.750	1.639

**EXPANSION**

**EXPANSION MOLDE 12**

Fecha	Hora	mm	%
Mayo-2022	10:00	116.00	0.00%
Mayo-2022	10:00	116.00	0.00%
Mayo-2022	10:00	116.01	0.01%
Mayo-2022	10:00	116.01	0.01%
Mayo-2022	10:00	116.02	0.02%

**EXPANSION MOLDE 22**

Fecha	Hora	mm	%
Mayo-2022	10:00	117.15	0.00%
Mayo-2022	10:00	117.15	0.00%
Mayo-2022	10:00	117.15	0.00%
Mayo-2022	10:00	117.15	0.00%
Mayo-2022	10:00	117.16	0.01%

**EXPANSION MOLDE 2**

Fecha	Hora	mm	%
Mayo-2022	10:00	117.15	0.00%
Mayo-2022	10:00	117.15	0.00%
Mayo-2022	10:00	117.15	0.00%
Mayo-2022	10:00	117.15	0.00%
Mayo-2022	10:00	117.16	0.01%

**PENETRACION**

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)

Penetración (mm)	Carga Estándar (lps)	12			22			2		
		Carga (lbs)	Presión (lbs/cm²)	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm²)	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm²)	CBR corregido (%)
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0	
0.635	0.025	140	7		93	5		55	3	
1.270	0.050	280	14		152	8		115	6	
1.905	0.075	340	17		286	14		192	10	
2.540	0.100	564	28	16.20	403	20	12.31	261	13	8.75
3.810	0.150	675	34		536	27		388	19	
5.080	0.200	920	46	19.44	700	35	14.86	468	23	10.15
6.350	0.250	1076	53		780	39		529	26	
7.620	0.300	1184	59		829	41		574	29	

INGEOMAX S.A.A.  
Ing. Maxwell Anthony Melate Arias  
CIP 197436  
Especialista en Geotecnia, Concreto y Asfalto



RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - 5G - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCAUPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

SOLICITANTE : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH, LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL

UBICACION : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

REGISTRO N° : M-SN+TERRASIL-2022

FECHA : May-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU

MUESTRA : SN = 0.80 lit/m<sup>3</sup> Terrasil

ESTRADO : SUELO ADICIONADO

PROFUND. : -

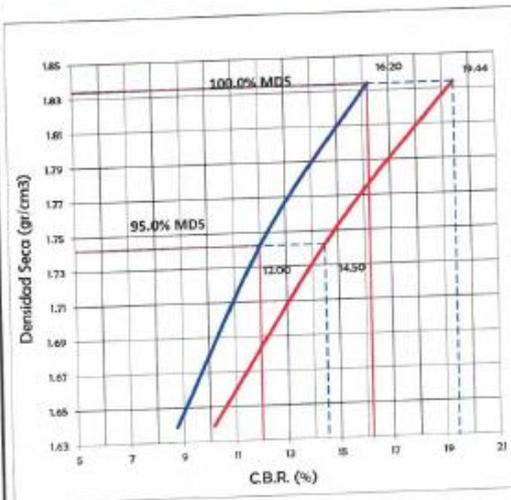
CLASF. (SUCS) : CL

CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)

Tipo de material: Subrasante

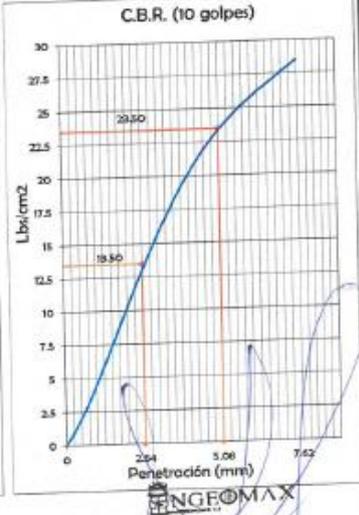
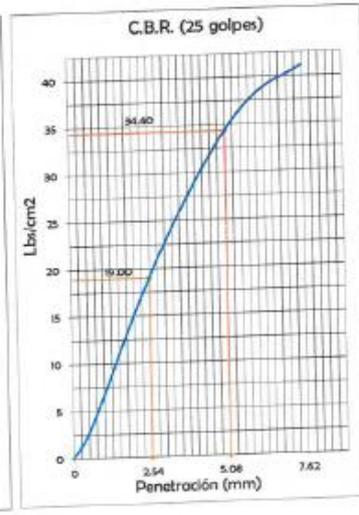
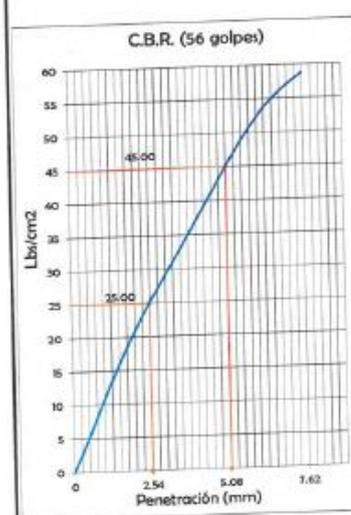
COD. Muestra: M-SN+TERRASIL-2022

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.834
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.7
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.742

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	16.2%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	12.0%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	19.4%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	14.5%
Expansion (%)	0.02%



INGEOMAX S.A.C.  
Ing. Maxwell Anthony Morales Arias  
CIP 137454  
INGENIERIA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO



**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO  
(ASTM D-1557, MTC-115)**

F - SG - 103

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

**PROYECTO** : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILINTO

**UBICACIÓN** : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

**REGISTRO N°** : M-SN+T+CHE-2022

**FECHA** : May-22

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU

**MUESTRA** : SN + 0.80 l/m<sup>3</sup> Terrasil + 5% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO

**ESTRADO** : SUELO ADICIONADO

**PROFUND. (m)** : -

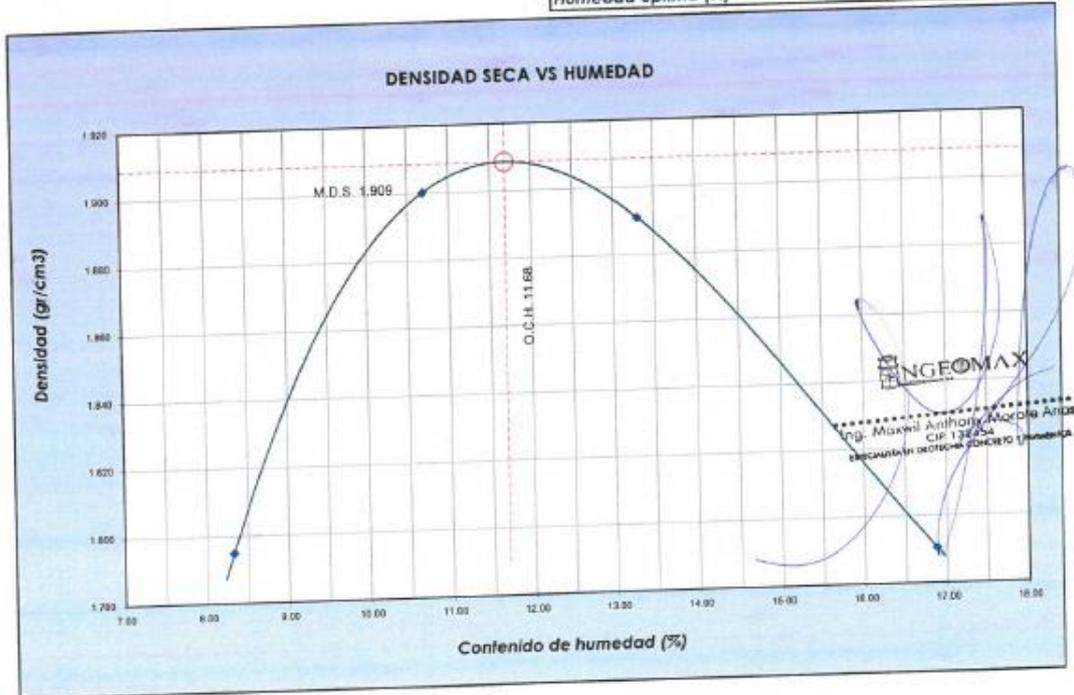
**CLASF. (SUCS)** : CL

**CLASF. (AASHTO)** : A-7-6 (11)

**Tipo de material** : Subrasante

**COD. Muestra** : M-SN+T+CHE-2022

		DATOS DE LA MUESTRA			
		1	2	3	4
<b>Numero de Ensayo</b>					
Peso suelo + molde	gr	5839.00	5989.00	6026.00	5979.00
Peso molde	gr	4001.00	4001.00	4001.00	4001.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1838.00	1988.00	2025.00	1978.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	945.21	945.21	945.21	945.21
Peso volumétrico húmedo	gr	1.945	2.103	2.142	2.093
Recipiente N°		116	112	121	109
Peso del suelo húmedo+tara	gr	211.20	246.80	199.10	203.00
Peso del suelo seco + tara	gr	197.60	226.30	179.60	178.40
Tara	gr	34.31	34.47	32.99	32.61
Peso de agua	gr	13.60	20.50	19.50	24.60
Peso del suelo seco	gr	163.29	191.83	146.61	145.79
Contenido de agua	%	<b>8.3</b>	<b>10.7</b>	<b>13.3</b>	<b>16.9</b>
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.795</b>	<b>1.900</b>	<b>1.891</b>	<b>1.791</b>
					<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>
					<b>Humedad óptima (%)</b>
					<b>1.909</b>
					<b>11.7</b>





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

SOLICITANTE : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL

UBICACIÓN : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

REGISTRO N° : M-SN+T+CHE-202

FECHA : May-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU

MUESTRA : SN + 0.80 l/m<sup>3</sup> Terrasil + 5% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO

ESTRADO : SUELO ADICIONADO

PROFUND. : -

CLASF. (SUCS) : CL

CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)

Tipo de material: Subrasante

COD. Muestra: M-SN+T+CHE-2022

DATOS DE LA MUESTRA

COMPACTACIÓN DEL SUELO

	N°	5	19	18
Molde	N°	5	19	18
Capas	N°	5	25	10
Galpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	12284	12525	12213
Peso molde	gr	7756	8270	8278
Peso suelo húmedo compactado	gr	4528	4255	3935
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2123.0	2120.7	2122.0
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.133	2.006	1.854

HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO

	N°	2	6	8
Recipiente	N°	2	6	8
Peso del suelo húmedo + tara	gr	60.20	59.90	61.50
Peso del suelo seco + tara	gr	55.75	56.48	56.95
Peso del recipiente	gr	17.68	27.43	18.06
Peso de agua	gr	4.5	3.4	4.6
Peso del suelo seco	gr	38.1	29.1	38.9
Contenido de agua	%	11.7	11.7	11.7
Contenido de agua promedio	%	11.7	11.7	11.7
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.909	1.796	1.660

EXPANSION

EXPANSIÓN MOLDE 5			
Fecha	Hora	mm	%
Mayo-2022	11:00	116.00	0.00%
Mayo-2022	11:00	116.00	0.00%
Mayo-2022	11:00	116.01	0.01%
Mayo-2022	11:00	116.01	0.01%
Mayo-2022	11:00	116.02	0.02%

EXPANSIÓN MOLDE 19			
Fecha	Hora	mm	%
Mayo-2022	11:00	117.15	0.00%
Mayo-2022	11:00	117.15	0.00%
Mayo-2022	11:00	117.15	0.00%
Mayo-2022	11:00	117.15	0.00%
Mayo-2022	11:00	117.16	0.01%

EXPANSIÓN MOLDE 18			
Fecha	Hora	mm	%
Mayo-2022	11:00	117.15	0.00%
Mayo-2022	11:00	117.15	0.00%
Mayo-2022	11:00	117.15	0.00%
Mayo-2022	11:00	117.15	0.00%
Mayo-2022	11:00	117.15	0.00%
Mayo-2022	11:00	117.16	0.01%

PENETRACIÓN

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)

Molde		5			19			18		
Penetración (mm)	Carga (lb)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0	
0.635	0.025	91	5		62	3		33	2	
1.270	0.050	188	9		103	5		110	5	
1.905	0.075	235	12		189	9		183	9	
2.540	0.100	400	20	11.53	301	15	9.14	201	10	7.26
3.810	0.150	480	24		414	21		330	16	
5.080	0.200	649	32	13.82	525	26	11.19	420	21	9.07
6.350	0.250	755	38		600	30		527	26	
7.620	0.300	805	40		714	35		603	30	

INGEOMAX

Ing. Maxwell Antihocay Marate Arias  
CIP 132854



RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

**PROYECTO** : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL

**UBICACION** : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

**REGISTRO N°** : M-SN+T+CHE-2022

**FECHA** : May-22

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU

**MUESTRA** : SN + 0.80 lt/m<sup>3</sup> Terrasil + 5% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO

**ESTRADO** : SUELO ADICIONADO

**PROFUND.** : -

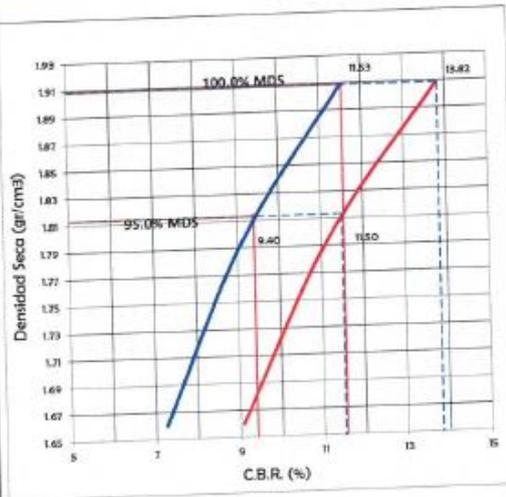
**CLASF. (SUCS)** : Cl

**CLASF. (AASHTO)** : A-7-6 (11)

**Tipo de material**: Subrasante

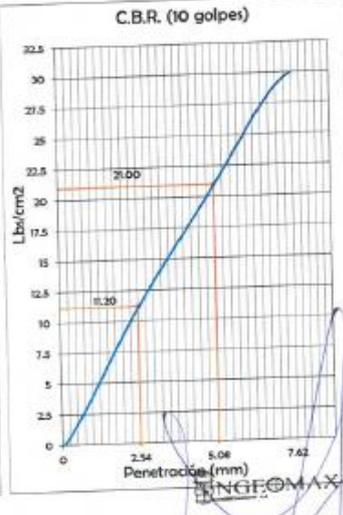
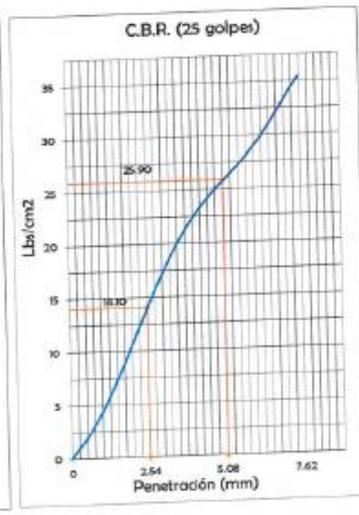
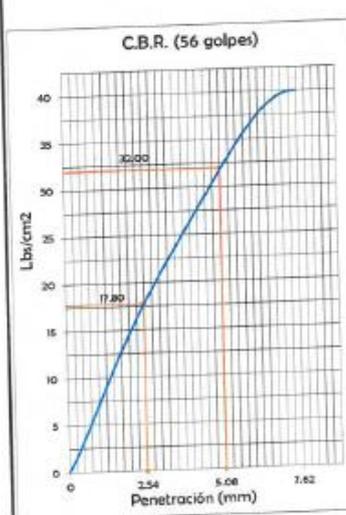
**COD. Muestra**: M-SN+T+CHE-2022

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.909
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.7
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.813

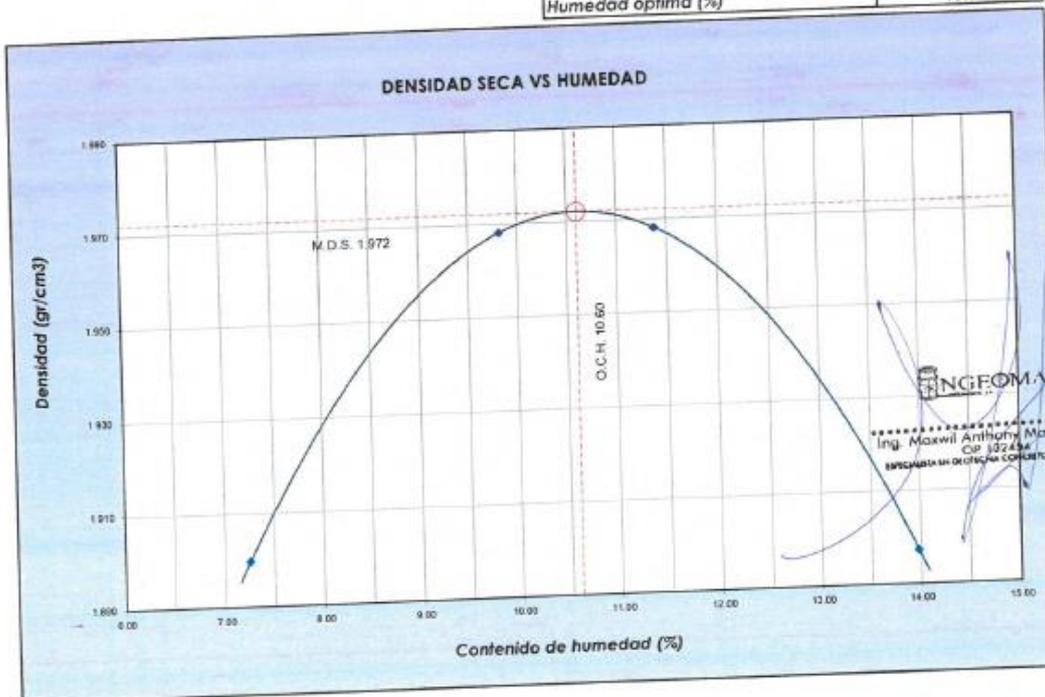
RESULTADOS	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	11.5%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	9.4%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	13.8%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	11.5%
Expansion (%)	0.02%



INGEOMAX  
Ing. Maxwil Anthony Morales Alas  
CIP 122454  
SPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO

	<b>ENSAYO PROCTOR MODIFICADO</b> (ASTM D-1557, MTC-115)		F - SG - 103	
			Revisión:	1
			Fecha:	2022-02-03
PROYECTO	"ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCAUPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"			
SOLICITANTE	BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTO		REGISTRO N°:	M-SN+T+CHE-2022
UBICACIÓN	SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		FECHA:	May-22
<b>I. Datos Generales</b>				
PROCEDENCIA	: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU		CLASF. (SUCS):	CL
MUESTRA	: SN + 0.80 lt/m <sup>3</sup> Terrasil + 10% CENIZA DE HOJAS DE EUCAUPTO		CLASF. (AASHTO):	A-7-6 (11)
ESTRADO	: SUELO ADICIONADO		Tipo de material:	Subrasante
PROFUND. (m)	: -		COD. Muestra:	M-SN+T+CHE-2022

		DATOS DE LA MUESTRA				
Numero de Ensayo		1	2	3	4	
Peso suelo + molde	gr	5927.00	6044.00	6073.00	6045.00	
Peso molde	gr	4001.00	4001.00	4001.00	4001.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1926.00	2043.00	2072.00	2044.00	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	945.21	945.21	945.21	945.21	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.038	2.161	2.192	2.162	
Recipiente N°		118	110	108	109	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	206.50	184.90	217.70	217.70	
Peso del suelo seco + tara	gr	194.90	171.50	199.00	195.00	
Tara	gr	35.04	35.05	34.65	32.61	
Peso de agua	gr	11.60	13.40	18.70	22.70	
Peso del suelo seco	gr	159.86	136.45	164.35	162.39	
Contenido de agua	%	7.3	9.8	11.4	14.0	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.900	1.968	1.968	1.897	
					Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.972
					Humedad óptima (%)	10.6





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : \*ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022\*

SOLICITANTE : BACH. GARCIA CISNEROS, AUCIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL  
UBICACIÓN : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

REGISTRO N° : A-SN+T+CHE-202  
FECHA : May-22

CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+T+CHE-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
	N°	6	23	11
Molde	N°		5	
Capas	N°		25	10
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	12221	12918	11695
Peso molde	gr	7603	8521	7578
Peso suelo húmedo compactado	gr	4618	4397	4117
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2116.6	2119.8	2116.4
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.182	2.074	1.945

HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
	N°	36	42	22
Recipiente	N°			
Peso del suelo húmedo + tara	gr	66.60	60.50	62.40
Peso del suelo seco + tara	gr	62.90	57.10	58.99
Peso del recipiente	gr	27.80	25.14	27.17
Peso de agua	gr	3.7	3.4	3.4
Peso del suelo seco	gr	35.1	32.0	31.8
Contenido de agua	%	10.5	10.6	10.7
Contenido de agua promedio				
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.972	1.875	1.758

**EXPANSION**

EXPANSIÓN MOLDE 6				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	13:00	116.00	0.00%	
Mayo-2022	13:00	116.00	0.00%	
Mayo-2022	13:00	116.01	0.01%	
Mayo-2022	13:00	116.01	0.01%	
Mayo-2022	13:00	116.02	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 23				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.16	0.01%	

EXPANSIÓN MOLDE 11				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.16	0.01%	

**PENETRACIÓN**

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)										
Molde		6			23			11		
Penetración (mm)	Carga (lb)	Carga (lbs/cm <sup>2</sup> )	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (Lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0	
0.635	0.025	180	9		110	5		59	3	
1.270	0.050	291	14		244	12		130	6	
1.905	0.075	562	28		350	17		165	8	
2.540	0.100	749	37	23.20	422	21	14.26	289	14	8.42
3.810	0.150	962	48		660	33		386	19	
5.080	0.200	1280	64	27.22	820	41	17.71	527	26	11.28
6.350	0.250	1443	72		959	48		617	31	
7.620	0.300	1498	74		1045	52		689	34	



Ing. Maxwell Antighly Morote Arias  
CIP 137454  
SPECIALISTA EN OBRAS DE CAMINO Y PAVIMENTO



RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - 5G - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

**PROYECTO** : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL

**UBICACION** : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

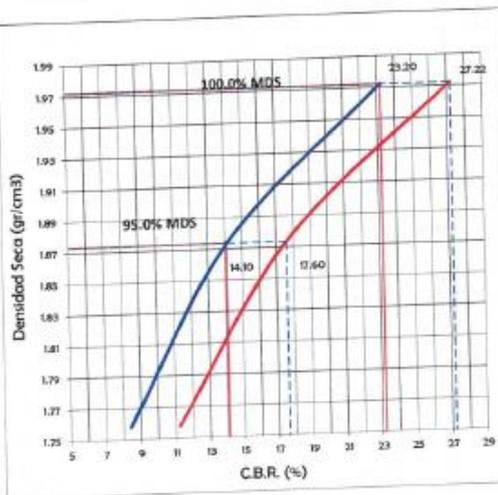
**REGISTRO N°** : M-SN+T+CHE-2022  
**FECHA** : May-22

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
**MUESTRA** : SN + 0.80 lt/m<sup>3</sup> Terrasil + 10% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO  
**ESTRADO** : SUELO ADICIONADO  
**PROFUND.** :

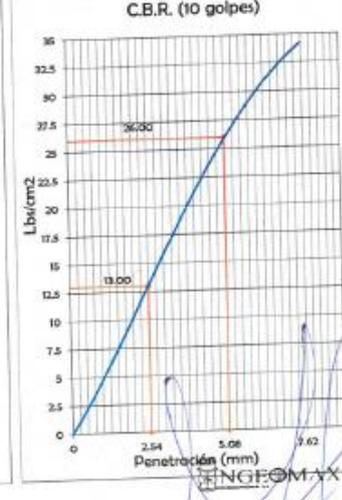
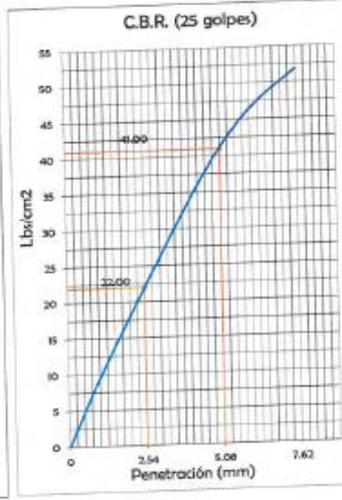
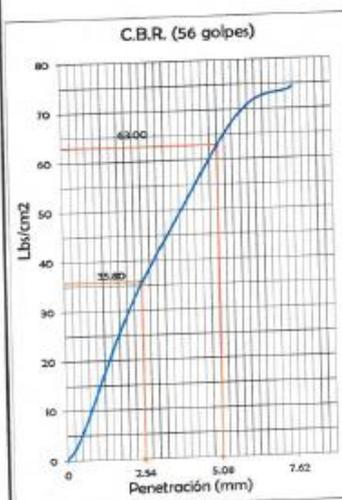
**CLASF. (SUCS)** : CL  
**CLASF. (AASHTO)** : A-7-6 (11)  
**Tipo de material**: Subrasante  
**COD. Muestra**: M-SN+T+CHE-2022

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.972
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.6
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.873

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	23.2%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	14.1%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	27.2%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	17.6%
Expansion (%)	0.02%



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Marote Arias  
CIP 130484

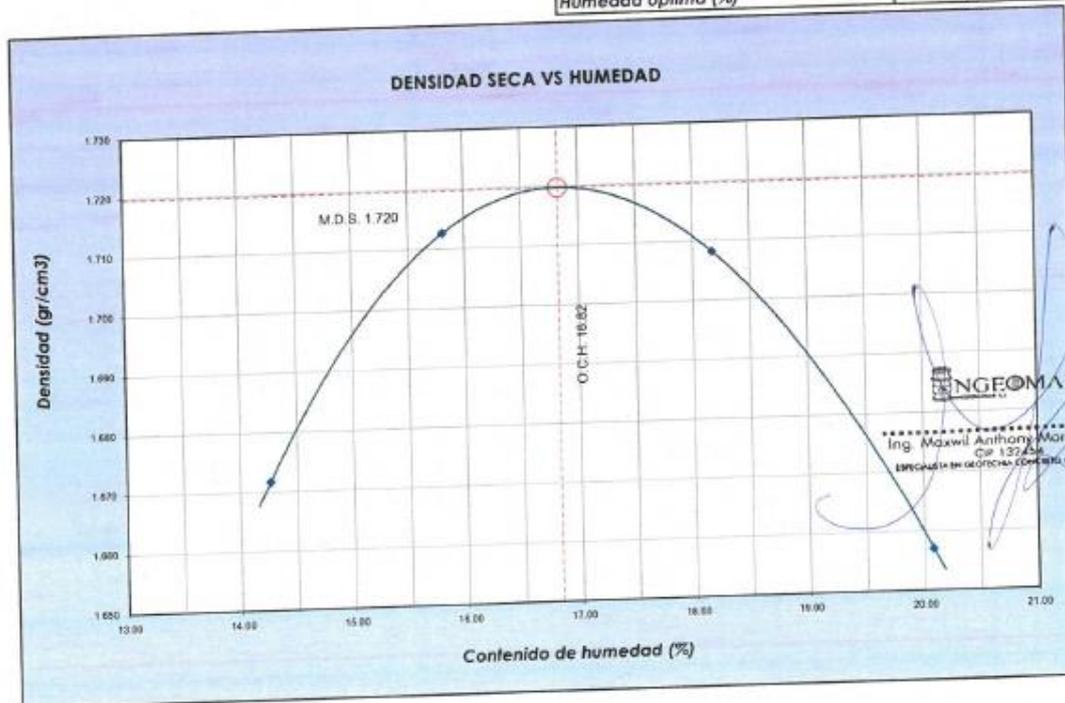
	<b>ENSAYO PROCTOR MODIFICADO</b> <b>(ASTM D-1557, MTC-115)</b>		F - SG - 103	
			Revisión:	1
			Fecha:	2022-02-03
PROYECTO	: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"			
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTO		REGISTRO N°:	M-SN+T+CHE-2022
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		FECHA:	May-22

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
**MUESTRA** : SN + 0.80 lt/m3 Terrasil + 15% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO  
**ESTRADO** : SUELO ADICIONADO  
**PROFUND. (m)** : -

**CLASF. (SUCS)** : CL  
**CLASF. (AASHTO)** : A-7-6 (11)  
**Tipo de material**: Subrasante  
**COD. Muestra**: M-SN+T+CHE-2022

DATOS DE LA MUESTRA						
Numero de Ensayo		1	2	3	4	
Peso suelo + molde	gr	5492.00	5561.00	5594.00	5567.00	
Peso molde	gr	3695.00	3695.00	3695.00	3695.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1797.00	1866.00	1899.00	1872.00	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	940.79	940.79	940.79	940.79	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.910	1.983	2.019	1.990	
Recipiente N°		119	120	103	105	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	198.60	286.30	257.30	286.80	
Peso del suelo seco + tara	gr	178.10	252.00	222.90	244.60	
Tara	gr	34.37	35.06	33.58	34.45	
Peso de agua	gr	20.50	34.30	34.40	42.20	
Peso del suelo seco	gr	143.73	216.94	189.32	210.15	
Contenido de agua	%	14.3	15.8	18.2	20.1	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.672	1.713	1.708	1.657	
					Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.720
					Humedad óptima (%)	16.8





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022

SOLICITANTE : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL  
UBICACION : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

REGISTRO N° : A-SN+T+CHE-202  
FECHA : May-22

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
MUESTRA : SN + 0.80 lb/m3 Terrasil + 15% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -

CLASF. (SUCS) : Cl.  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+T+CHE-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**COMPACTACION DEL SUELO**

	N°	9	24	3
Molde	N°	9	24	3
Capas	N°	5	5	10
Galpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	11530	12535	10404
Peso molde	gr	7275	8522	6668
Peso suelo húmedo compactado	gr	4255	4013	3736
Volumen del molde	cm³	2118.3	2132.5	2116.6
Peso volumétrico húmedo	gr/cm	2.009	1.882	1.765

**HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO**

	N°	30	11	7
Recipiente	N°	30	11	7
Peso del suelo húmedo + tara	gr	66.20	60.10	62.50
Peso del suelo seco + tara	gr	60.75	54.00	56.00
Peso del recipiente	gr	28.26	17.98	16.90
Peso de agua	gr	5.5	6.1	6.5
Peso del suelo seco	gr	32.5	36.0	39.1
Contenido de agua	%	16.8	16.8	16.6
Contenido de agua promedio	%	16.8	16.8	16.6
Peso volumétrico seco	gr/cm	1.720	1.612	1.511

**EXPANSION**

EXPANSION MOLDE 9				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	15:00	116.00	0.00%	
Mayo-2022	15:00	116.00	0.00%	
Mayo-2022	15:00	116.01	0.01%	
Mayo-2022	15:00	116.01	0.01%	
Mayo-2022	15:00	116.02	0.02%	

EXPANSION MOLDE 24				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.16	0.01%	

EXPANSION MOLDE 3				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.16	0.01%	

**PENETRACION**

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)

Molde		9			24			3		
Penetración (mm)	Carga (lb/ft²)	Carga (lb)	Presión (lb/cm²)	CBR corregido (%)	Carga (lb)	Presión (lb/cm²)	CBR corregido (%)	Carga (lb)	Presión (lb/cm²)	CBR corregido (%)
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0	
0.635	0.025	140	7		86	4		40	2	
1.270	0.050	364	18		199	10		102	5	
1.905	0.075	740	37		351	17		187	9	
2.540	0.100	154.32	951	47	16.20	462	23	12.31	240	12
3.810	0.150		1188	59		617	31		324	16
5.080	0.200	231.49	1301	65	19.44	662	33	14.86	383	19
6.350	0.250		1412	70		729	36		436	22
7.620	0.300		1532	76		781	39		486	23

INGEOMAX  
Ing. Maxwell Antichay Molate Arias  
CIP 13245a  
Especialista en Geotecnia, Construcción y Asesoría



RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCAUPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU.  
AYACUCHO, 2022"

SOLICITANTE : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL

UBICACIÓN : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

REGISTRO N° : M-SN+T+CHE-2022

FECHA : May-22

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU

MUESTRA : SN + 0.80 l/m<sup>3</sup> Terrasil + 15% CENIZA DE HOJAS DE EUCAUPTO

ESTRADO : SUELO ADICIONADO

PROFUND. : -

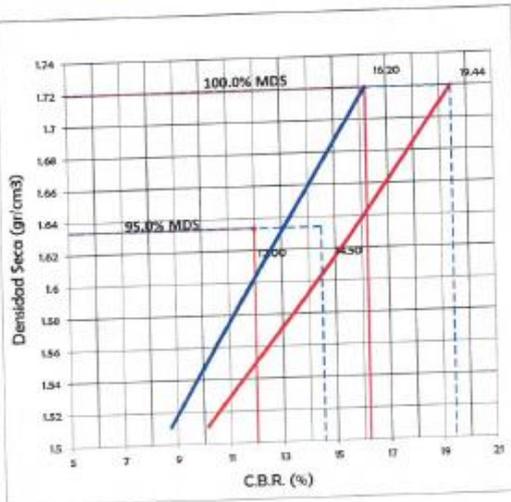
CLASF. (SUCS) : CL

CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)

Tipo de material: Subrasante

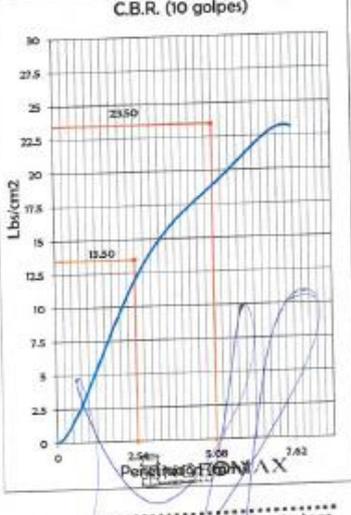
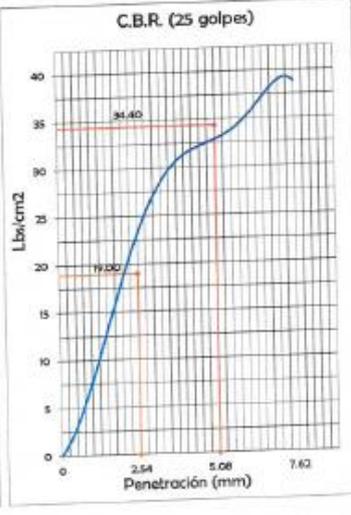
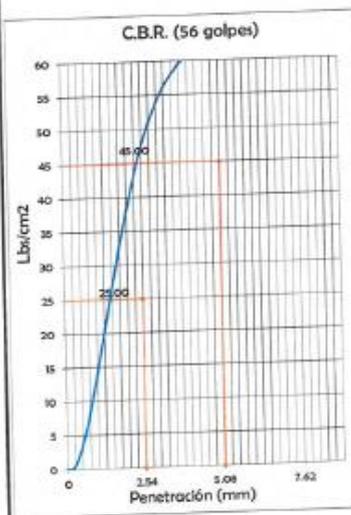
COD. Muestra: M-SN+T+CHE-2022

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.720
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.8
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.634

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	16.2%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	12.0%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	19.4%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	14.5%
Expansion (%)	0.02%



Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
C.R. 132454  
INGENIERIA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y HERRAMIENTAS

	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40</b> <b>(ASTM D4318 , MTC E-110)</b>	F - SG - 101	
		Revisión:	I
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL		
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HIJAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA	: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU	TIPO DE MATERIAL:	SUBRASANTE
MUESTRA	: 5N + 1.20 l/m <sup>3</sup> Terrasil	COD. PROYECTO:	IGM-PC-0010-2022
ESTRATO	: SUELO ADICIONADO	COD. MUESTRA:	M-SN+TERRASIL-2022
PROFUND. (m)	: -	FECHA:	May-22

LIMITE LIQUIDO				
	Nº	53	77	63
Nº TARRO	(g)	69.50	72.93	77.55
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	44.55	67.92	71.76
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	4.95	5.01	5.79
MASA DE AGUA	(g)	53.52	56.48	58.22
MASA DEL TARRO	(g)	11.03	11.44	13.54
MASA DEL SUELO SECO	(g)	44.9	43.8	42.8
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	15	25	35
NUMERO DE GOLPES				

LIMITE PLASTICO			
	Nº	31	32
Nº TARRO	(g)	35.71	34.57
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	33.99	33.01
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	1.7	1.6
MASA DE AGUA	(g)	27.52	27.18
MASA DEL TARRO	(g)	6.5	5.8
MASA DEL SUELO SECO	(g)	26.6	26.8
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	43.7
LIMITE PLASTICO (%)	26.7
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	17.0

Observaciones:

.....

.....

  
 Ing. Maxwell Anthony Morote Anas  
 CIP 132454  
 ESPECIALISTA EN GESTION DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40</b> <b>(ASTM D4318 , MTC E-110)</b>	F - SG - 101	
		Revisión:	1
PROYECTO		Fecha:	2022-04-12
: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"			
SOLICITANTE : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOI			
UBICACION : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO			

**Datos Generales**

PROCEDENCIA	: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU	TIPO DE MATERIAL	: SUBRASANTE
MUESTRA	: SN + 1,20 l/m <sup>3</sup> Terrasil + 5% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO	COD. PROYECTO	: IGM-PC-0010-2022
ESTRATO	: SUELO ADICIONADO	COD. MUESTRA	: M-SN+TERRASIL+CHE -2022
PROFUND. (m)	: -	FECHA	: May-22

LIMITE LIQUIDO				
	Nº	40	20	35
Nº TARRO				
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	38.51	47.87	51.48
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	31.89	40.61	44.31
MASA DE AGUA	(g)	6.62	7.26	7.17
MASA DEL TARRO	(g)	18.38	25.27	28.88
MASA DEL SUELO SECO	(g)	13.51	15.34	15.43
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	49.0	47.3	46.5
NUMERO DE GOLPES		20	28	35

LIMITE PLASTICO			
	Nº	61	102
Nº TARRO			
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	60.21	64.61
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	58.74	63.16
MASA DE AGUA	(g)	1.5	1.5
MASA DEL TARRO	(g)	54.15	58.34
MASA DEL SUELO SECO	(g)	4.6	4.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	31.9	31.7



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	47.9
LIMITE PLASTICO (%)	31.8
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	16.2

**Observaciones:**

.....

.....

  
 Ing. Maxwell Anthony Moreta Arias  
 CIP 137434  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA GENERAL Y MANTENIMIENTO

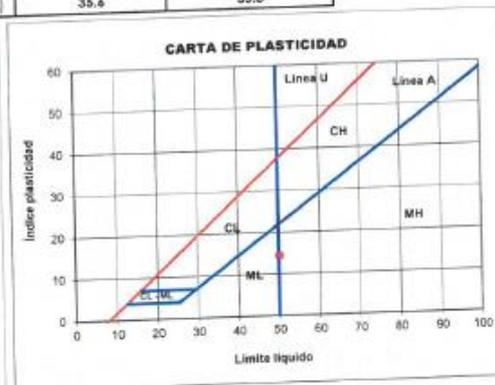
	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318 , MTC E-110)</b>	F - SG - 101	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	: BACH, GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH, LUDEÑA CARDENAS, WILINTON FILLOL		
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA	: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU	TIPO DE MATERIAL:	SUBRASANTE
MUESTRA	: SN + 1,20 l/m3 Terrasil + 10% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO	COD. PROYECTO:	IGM-PC-0010-2022
ESTRATO	: SUELO ADICIONADO	COD. MUESTRA:	M-SN+TERRASIL+CHE -2022
PROFUND. (m)	: -	FECHA:	May-22

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	90	125	52
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	75.53	75.84	74.22
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	68.94	69.80	68.09
MASA DE AGUA	(g)	6.59	6.04	6.13
MASA DEL TARRO	(g)	56.25	57.64	55.01
MASA DEL SUELO SECO	(g)	12.69	12.16	13.08
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	51.9	49.7	46.9
NUMERO DE GOLPES		20	28	35

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	N°	34	6
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	35.43	35.62
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	33.24	33.46
MASA DE AGUA	(g)	2.2	2.2
MASA DEL TARRO	(g)	27.16	27.43
MASA DEL SUELO SECO	(g)	6.1	6.0
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	35.4	35.8



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	50.2
LIMITE PLASTICO (%)	35.7
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	14.5

**Observaciones:**

.....  
 .....  
  
 Ing. Maxwell Anthony Morole Arias  
 CP: 132454  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y SUELOS

	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318 , MTC E-110)</b>	F - SG - 101	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	"ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	: BACH, GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH, LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL		
UBICACION	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA	: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU	TIPO DE MATERIAL:	SUBRASANTE
MUESTRA	: SN + 1.20 l/m <sup>3</sup> Terrasil + 15% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO	COD. PROYECTO:	IGM-PC-0010-2022
ESTRATO	: SUELO ADICIONADO	COD. MUESTRA:	M-SN+TERRASIL+CHE-2022
PROFUND. (m)	: -	FECHA:	May-22

LIMITE LIQUIDO				
	Nº	48	123	59
Nº TARRO				
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	70.42	78.28	73.64
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	45.09	72.26	67.71
MASA DE AGUA	(g)	5.33	6.02	5.93
MASA DEL TARRO	(g)	53.63	58.59	53.86
MASA DEL SUELO SECO	(g)	11.46	13.67	13.85
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	46.5	44.0	42.8
NUMERO DE GOLPES		17	26	35

LIMITE PLASTICO				
	Nº	1	12	
Nº TARRO				
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	32.51	25.31	
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	30.43	23.56	
MASA DE AGUA	(g)	2.1	1.7	
MASA DEL TARRO	(g)	23.77	17.90	
MASA DEL SUELO SECO	(g)	6.7	5.7	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	31.2	30.5	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	44.4
LIMITE PLASTICO (%)	30.8
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	13.6

Observaciones:

.....

.....

  
 Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
 CIP 132454  
 INGENIERIA EN OBRAS DE CONCRETO Y HERRAJES

	<b>ENSAYO PROCTOR MODIFICADO</b> (ASTM D-1557, MTC-115)	F - SG - 103	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-02-03

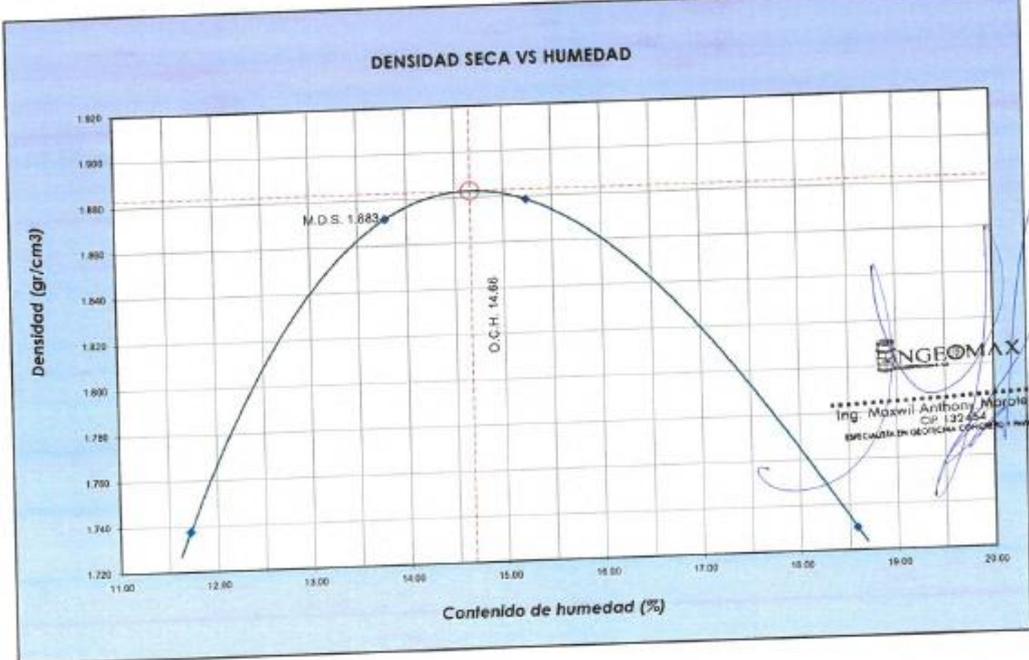
PROYECTO	: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTO	REGISTRO N°:	M-SN+TERRASIL-2022
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO	FECHA:	May-22

**Datos Generales**

PROCEDENCIA : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
 MUESTRA : SN + 1,20 lit/m3 Terrasil  
 ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
 PROFUND. (m) : -

CLASF. (SUCS) : CL  
 CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
 Tipo de material: Subrasante  
 COD. Muestra: M-SN+TERRASIL-2022

		DATOS DE LA MUESTRA			
Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5836.00	6014.00	6047.00	5940.00
Peso molde	gr	4001.00	4001.00	4001.00	4001.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1835.00	2013.00	2046.00	1939.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	945.21	945.21	945.21	945.21
Peso volumétrico húmedo	gr	1.941	2.130	2.165	2.051
Recipiente N°		109	115	122	104
Peso del suelo húmedo+tara	gr	210.90	231.80	233.70	184.10
Peso del suelo seco + tara	gr	192.20	208.00	207.30	160.50
Tara	gr	32.61	35.37	34.03	33.47
Peso de agua	gr	18.70	23.80	26.40	23.60
Peso del suelo seco	gr	159.59	172.63	173.27	127.03
Contenido de agua	%	11.7	13.8	15.2	18.6
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.738	1.872	1.878	1.730
		Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )			1.883
		Humedad óptima (%)			14.7





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCAUPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

SOLICITANTE : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL

UBICACION : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

REGISTRO N° : SN+TERRASIL-20  
FECHA: May-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
MUESTRA : SN + 1.20 lb/m<sup>3</sup> Terrasil  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. :

CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+TERRASIL-2022

DATOS DE LA MUESTRA

COMPACTACION DEL SUELO

	N°	25	13	7
Molde	N°	25	13	7
Capas	N°	5	5	5
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	13062	11891	11045
Peso molde	gr	8469	7615	6967
Peso suelo húmeda compactado	gr	4593	4276	4078
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2126.0	2106.3	2122.9
Peso volumétrico húmedo	gr/cm	2.16	2.03	1.921

HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO

	N°	19	21	26
Recipiente	N°	19	21	26
Peso del suelo húmedo + tara	gr	56.90	58.10	66.30
Peso del suelo seco + tara	gr	51.92	53.92	61.36
Peso del recipiente	gr	18.11	25.30	27.97
Peso de agua	gr	5.0	4.2	4.9
Peso del suelo seco	gr	33.8	28.6	33.4
Contenido de agua	%	14.7	14.6	14.8
Contenido de agua promedio				
Peso volumétrico seco	gr/cm	1.883	1.770	1.675

EXPANSION

EXPANSIÓN MOLDE 25				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	13:00	116.00	0.00%	
Mayo-2022	13:00	116.00	0.00%	
Mayo-2022	13:00	116.01	0.01%	
Mayo-2022	13:00	116.01	0.01%	
Mayo-2022	13:00	116.02	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 13				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.16	0.01%	

EXPANSIÓN MOLDE 7				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.16	0.01%	

PENETRACION

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)

Molde		25			13			7		
Penetración (mm)	Carga Estándar (lb/ft <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0	
0.635	0.025	138	7		98	5		64	3	
1.270	0.050	374	19		229	11		139	7	
1.905	0.075	573	28		382	19		190	9	
2.540	0.100	700	35	23.33	409	20	14.77	302	15	9.72
3.810	0.150	1035	51		698	35		475	24	
5.080	0.200	1288	64	26.08	830	41	18.14	536	27	12.10
6.350	0.250	1558	77		980	49		643	33	
7.620	0.300	1687	84		1050	52		720	36	



Ing. Maxwell Anthony Morote Antas  
CIP: 132454  
Ingeniero de Geotecnia y Construcción



RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - 5G - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

SOLICITANTE : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA GARDENAS, WILINTON FILLOL  
UBICACION : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

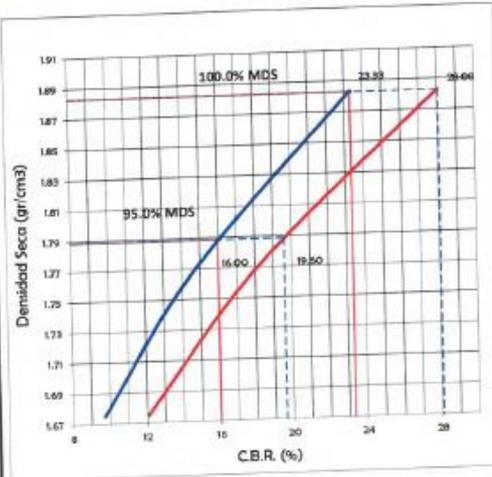
REGISTRO N° M-SN+TERRASIL-2022  
FECHA: May-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
MUESTRA : SN + 1.20 lb/m<sup>3</sup> Terrasil  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -

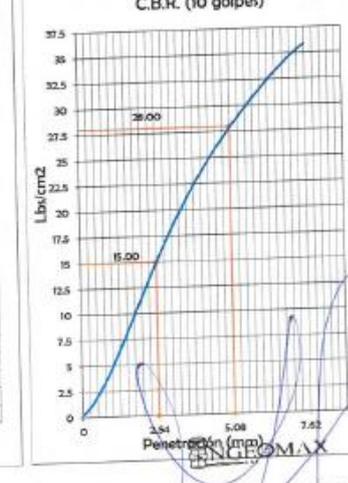
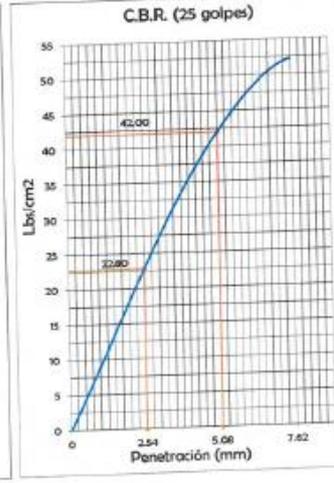
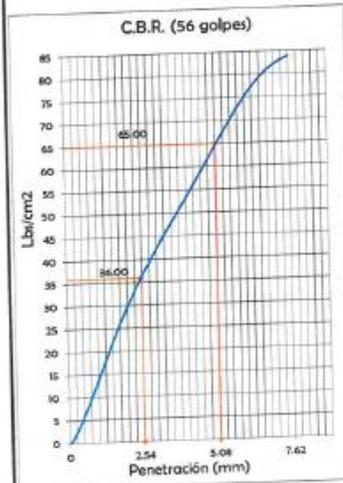
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+TERRASIL-2022

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.883
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.7
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.789

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	23.3%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	16.0%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	28.1%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	19.6%
Expansion (%)	0.02%



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Arriaga Morote Ariza  
CIP 132494  
INGENIERO EN GEOTECNIA CONCURSO 1998

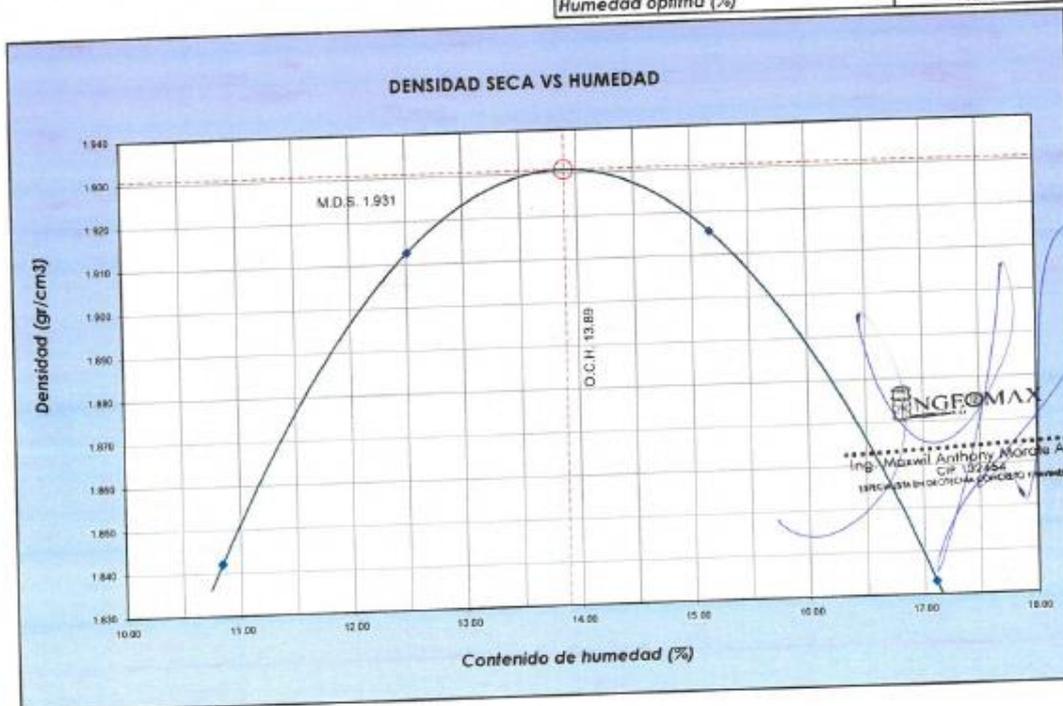
	<b>ENSAYO PROCTOR MODIFICADO</b> (ASTM D-1557, MTC-115)	F - 5G - 103	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-02-03
PROYECTO	"ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCAUPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILINTO	REGISTRO N°:	M-SN+T+CHE-2022
UBICACIÓN	SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO	FECHA:	May-22

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
**MUESTRA** : SN + 1,20 lt/m<sup>3</sup> Terrasil + 5% CENIZA DE HOJAS DE EUCAUPTO  
**ESTRADO** : SUELO ADICIONADO  
**PROFUND. (m)** : -

**CLASF. (SUCS)** : CL  
**CLASF. (AASHTO)** : A-7-6 (11)  
**Tipo de material**: Subrasante  
**COD. Muestra**: M-SN+T+CHE-2022

DATOS DE LA MUESTRA					
Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5931.00	6035.00	6086.00	6030.00
Peso molde	gr	4001.00	4001.00	4001.00	4001.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1930.00	2034.00	2085.00	2029.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	945.21	945.21	945.21	945.21
Peso volumétrica húmedo	gr	2.042	2.152	2.206	2.147
Recipiente N°		107	115	117	105
Peso del suelo húmedo+tara	gr	215.68	219.85	208.30	204.86
Peso del suelo seco + tara	gr	198.09	199.34	185.21	179.97
Tara	gr	35.84	35.37	32.90	34.45
Peso de agua	gr	17.59	20.51	23.09	24.89
Peso del suelo seco	gr	162.25	163.97	152.31	145.52
Contenido de agua	%	10.8	12.5	15.2	17.1
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.842	1.913	1.915	1.833
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>					1.931
<b>Humedad óptima (%)</b>					13.9





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

**PROYECTO**: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

**SOLICITANTE**: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL

**UBICACION**: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

**REGISTRO N°**: M-SN+T+CHE-202

**FECHA**: May-22

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA**: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU

**MUESTRA**: SN + 1.20 fl/m<sup>3</sup> Terrasil + 5% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO

**ESTRADO**: SUELO ADICIONADO

**PROFUND.**: -

**CLASF. (SUCS)**: CL

**CLASF. (AASHTO)**: A-7-6 [11]

**Tipo de material**: Subrasante

**COD. Muestra**: M-SN+T+CHE-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

COMPACTACION DEL SUELO				
	N°	18	25	30
Molde	N°	18	25	30
Capas	N°	5	5	10
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	12946	12932	12613
Peso molde	gr	8278	8469	8440
Peso suelo húmedo compactado	gr	4668	4463	4173
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2122.0	2126.0	2126.0
Peso volumétrico húmedo	gr/cm	2.2	2.099	1.963
HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	2	6	7
Peso del suelo húmedo + tara	gr	61.30	58.40	60.50
Peso del suelo seco + tara	gr	56.00	54.59	55.18
Peso del recipiente	gr	17.68	27.43	16.90
Peso de agua	gr	5.3	3.8	5.3
Peso del suelo seco	gr	38.3	27.2	38.3
Contenido de agua	%	13.8	14.0	13.9
Contenido de agua promedio			13.9	
Peso volumétrico seco	gr/cm	1.931	1.843	1.723

**EXPANSION**

EXPANSION MOLDE 18				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	13:00	116.00	0.00%	
Mayo-2022	13:00	116.00	0.00%	
Mayo-2022	13:00	116.01	0.01%	
Mayo-2022	13:00	116.01	0.01%	
Mayo-2022	13:00	116.02	0.02%	

EXPANSION MOLDE 25				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.16	0.01%	

EXPANSION MOLDE 30				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	13:00	117.16	0.01%	

**PENETRACION**

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)

Molde		18			25			30		
Penetración	Carga Estándar	Carga	Presión	CBR corregido	Carga	Presión	CBR corregido	Carga	Presión	CBR corregido
(mm)	(lb/ft <sup>2</sup> )	(lb)	(lb/cm <sup>2</sup> )	(%)	(lb)	(lb/cm <sup>2</sup> )	(%)	(lb)	(lb/cm <sup>2</sup> )	(%)
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0	
0.635	0.023	257	13		140	7		55	3	
1.270	0.050	397	20		210	10		165	8	
1.905	0.075	574	29		374	19		292	15	
2.540	0.100	798	40	24.11	579	29	17.69	321	16	11.66
3.810	0.150	1026	51		780	39		588	29	
5.080	0.200	1340	67	28.51	1000	50	21.17	690	34	15.12
6.350	0.250	1544	77		1090	54		779	39	
7.620	0.300	1652	82		1150	57		824	41	

INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morales Arias  
CIV. 179264  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y OBRAS DE SUELOS



RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

**PROYECTO** : ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022

**SOLICITANTE** : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL

**UBICACIÓN** : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

**REGISTRO N°** : M-SN+T+CHE-2022

**FECHA:** May-22

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU

**MUESTRA** : SN + 1.20 lt/m<sup>3</sup> Terrasil + 5% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO

**ESTRADO** : SUELO ADICIONADO

**PROFUND.** : -

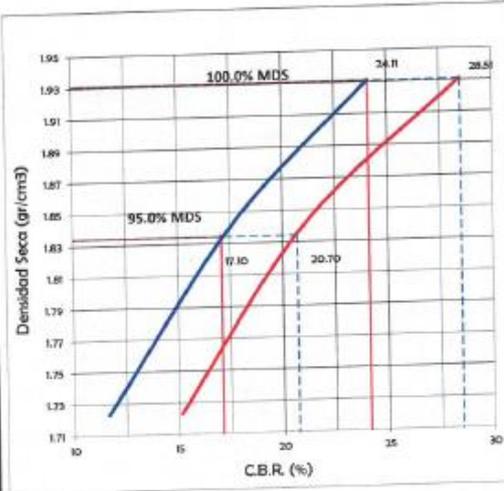
**CLASF. (SUCS)** : CL

**CLASF. (AASHTO)** : A-7-6 (11)

**Tipo de material:** Subrasante

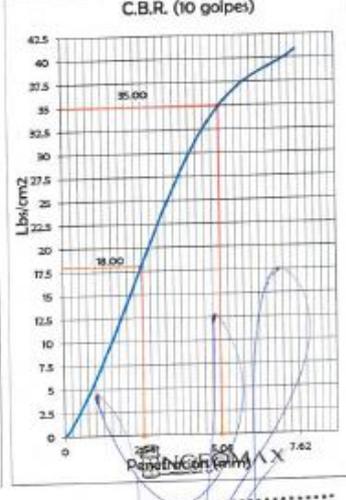
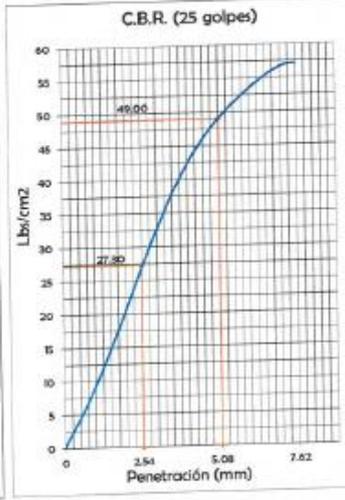
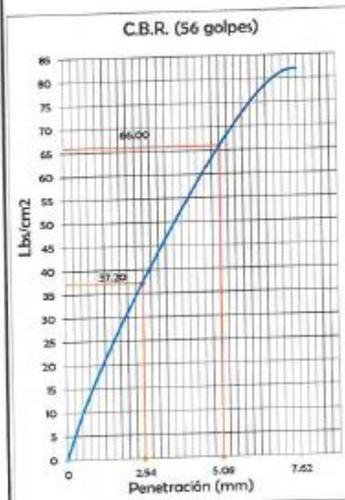
**COD. Muestra:** M-SN+T+CHE-2022

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.931
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.9
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.834

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	24.1%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	17.1%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	28.5%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	20.7%
Expansion (%)	0.02%



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Marote Arias  
CIP: 102754  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONCRETO Y ASBESTOS

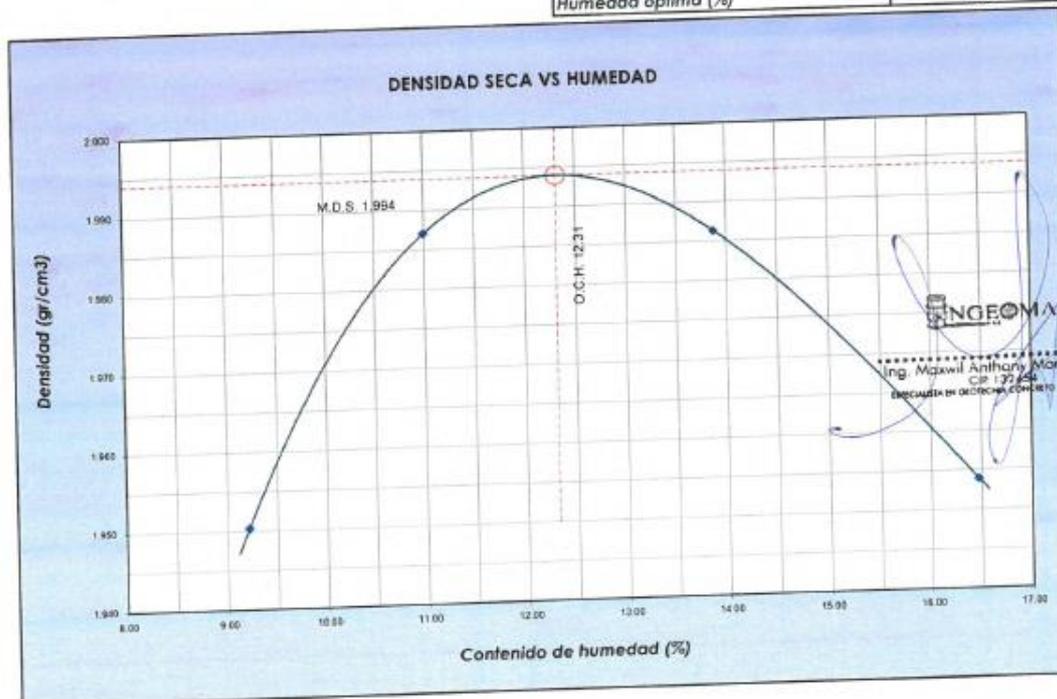
	<b>ENSAYO PROCTOR MODIFICADO</b> (ASTM D-1557, MTC-115)		F - SG - 103	
			Revisión:	1
			Fecha:	2022-02-03
<b>PROYECTO</b>	"ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"			
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILINTO		<b>REGISTRO N°:</b>	M-SN+T+CHE-2022
<b>UBICACIÓN</b>	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		<b>FECHA:</b>	May-22

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
**MUESTRA** : SN + 1,20 lt/m<sup>3</sup> Terrasil + 10% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO  
**ESTRADO** : SUELO ADICIONADO  
**PROFUND. (m)** : -

**CLASF. (SUCS)** : CL  
**CLASF. (AASHTO)** : A-7-6 (11)  
**Tipo de material**: Subrasante  
**COD. Muestra**: M-SN+T+CHE-2022

DATOS DE LA MUESTRA					
Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5699.00	5770.00	5823.00	5836.00
Peso molde	gr	3695.00	3695.00	3695.00	3695.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	2004.00	2075.00	2128.00	2141.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	940.79	940.79	940.79	940.79
Peso volumétrico húmedo	gr	2.130	2.206	2.262	2.276
Recipiente N°		115	110	105	108
Peso del suelo húmedo+tara	gr	190.60	280.30	215.00	169.00
Peso del suelo seco + tara	gr	177.50	256.00	193.00	150.00
Tara	gr	35.37	35.05	34.45	34.65
Peso de agua	gr	13.10	24.30	22.00	19.00
Peso del suelo seco	gr	142.13	220.95	158.55	115.35
Contenido de agua	%	9.2	11.0	13.9	16.5
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.950	1.987	1.986	1.954
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>					<b>1.994</b>
<b>Humedad óptima (%)</b>					<b>12.3</b>





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

**PROYECTO**: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

**SOLICITANTE**: BACH, GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH, LUDEÑA CARDENAS, WILINTON FILLOL

**UBICACION**: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

**REGISTRO N°**: A-SN+T+CHE-202

**FECHA**: May-22

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA**: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU

**MUESTRA**: SN + 1,20 l/m<sup>3</sup> Terrasil + 10% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO

**ESTRADO**: SUELO ADICIONADO

**PROFUND.**: -

**CLASF. (SUCS)**: CL

**CLASF. (AASHTO)**: A-7-6 (11)

**Tipo de material**: Subrasante

**COD. Muestra**: M-SN+T+CHE-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**COMPACTACION DEL SUELO**

	N°	17	26	20
Molde	N°		5	
Capas	N°		25	10
Golpes / Capa	N°	56		
Peso suelo + molde	gr	13277	13092	12693
Peso molde	gr	8491	8584	8499
Peso suelo húmedo compactado	gr	4786	4508	4194
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2136.5	2126.0	2119.4
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.24	2.12	1.979

**HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO**

	N°	26	33	40
Recipiente	gr	58.70	59.30	54.90
Peso del suelo húmedo + tara	gr	55.30	55.80	50.98
Peso del suelo seco + tara	gr	27.97	27.86	18.38
Peso del recipiente	gr	3.4	3.5	3.9
Peso de agua	gr	27.3	27.9	32.6
Peso del suelo seco	gr	12.4	12.5	12.0
Contenido de agua	%		12.3	
Contenido de agua promedio				
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.994	1.887	1.762

**EXPANSION**

EXPANSION MOLDE 17				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	15:00	116.00	0.00%	
Mayo-2022	15:00	116.00	0.00%	
Mayo-2022	15:00	116.01	0.01%	
Mayo-2022	15:00	116.01	0.01%	
Mayo-2022	15:00	116.02	0.02%	

EXPANSION MOLDE 26				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.16	0.01%	

EXPANSION MOLDE 20				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.16	0.01%	

**PENETRACION**

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)

Molde		17			26			20		
Penetración (mm)	Carga (lb)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0	
0.635	0.025	260	13		154	8		95	5	
1.270	0.050	470	23		274	14		195	10	
1.905	0.075	680	34		469	23		312	15	
2.540	0.100	862	43	27.22	600	30	19.44	386	19	12.96
3.810	0.150	1155	57		870	43		599	30	
5.080	0.200	1455	72	31.10	1044	52	22.46	758	38	16.42
6.350	0.250	1676	83		1146	57		849	42	
7.620	0.300	1784	89		1195	59		894	44	

INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Marote Arias  
CIP 132484  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, SANEAMIENTO Y AMBIENTE



RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

SOLICITANTE : BACH. GARCIA CIGNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILINTON FILLOL  
UBICACIÓN : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

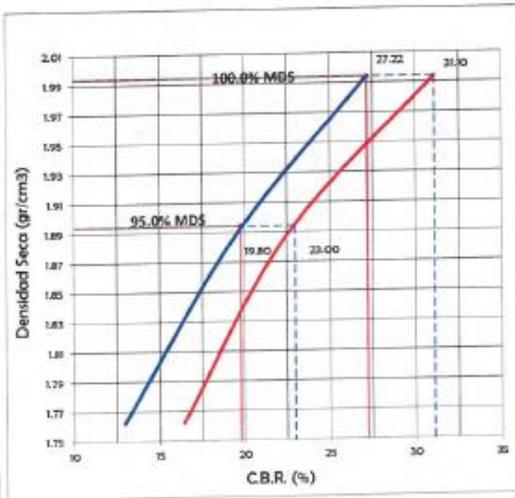
REGISTRO N° : M-SN+T+CHE-2022  
FECHA : May-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
MUESTRA : 5N + 1.20 l/m<sup>3</sup> Terrasil + 10% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -

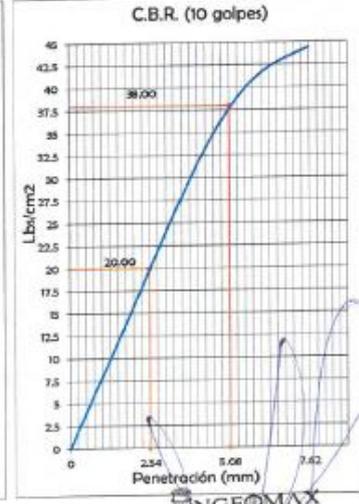
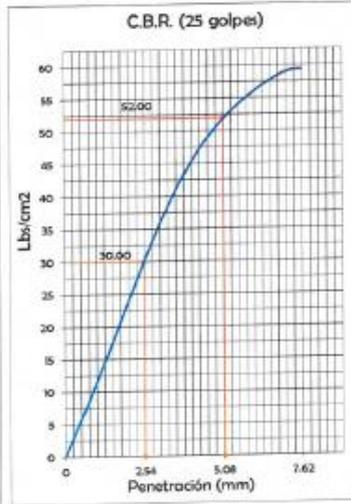
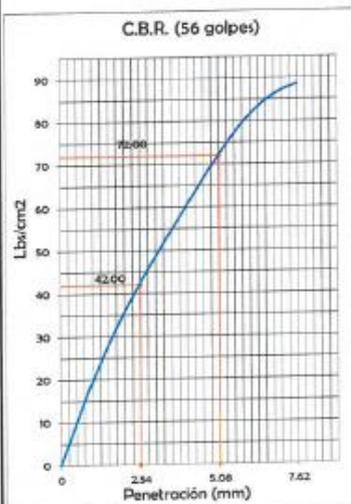
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+T+CHE-2022

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.994
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.3
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.894

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	27.2%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	19.8%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	31.1%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	23.0%
Expansion (%)	0.02%



INGEOMAX S.A.C.  
Ing. Maxwell Anthony Morale Arias  
CIP: 132454  
INGENIERIA EN GEOTECCNICAS Y ASFALTOS

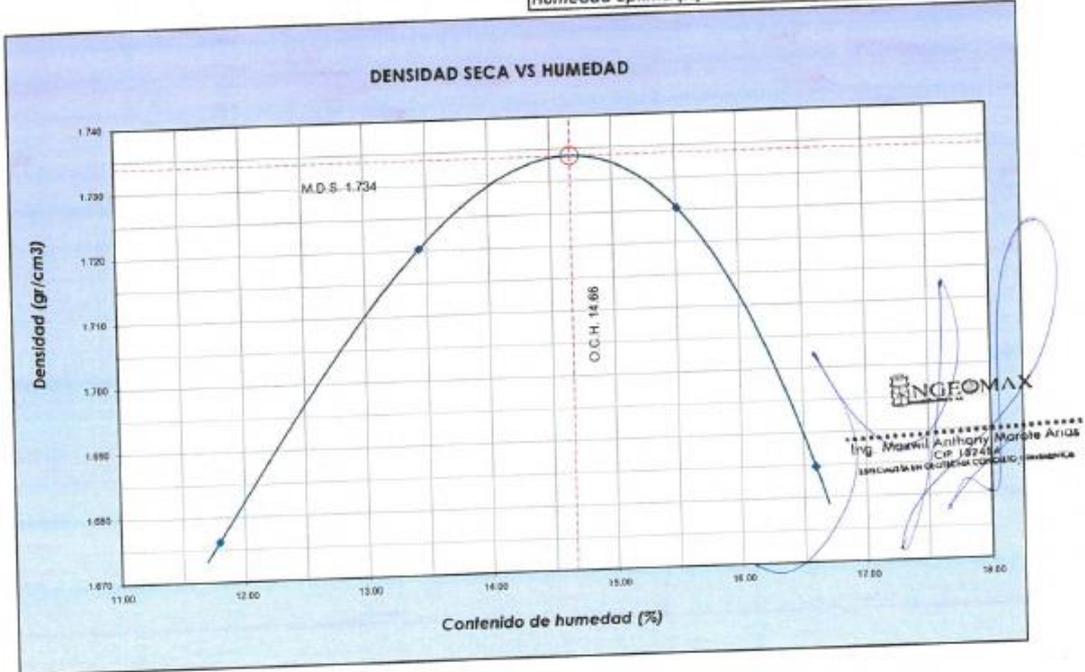
	<b>ENSAYO PROCTOR MODIFICADO</b> (ASTM D-1557, MTC-115)		<b>F - SG - 103</b>	
			Revisión:	1
			Fecha:	2022-02-03
PROYECTO	: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"			
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTO		REGISTRO N°:	M-SN+T+CHE-2022
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		FECHA:	May-22

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
**MUESTRA** : SN + 1.20 lt/m3 Terrasil + 15% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO  
**ESTRADO** : SUELO ADICIONADO  
**PROFUND. (m)** : -

**CLASF. (SUCS)** : CL  
**CLASF. (AASHTO)** : A-7-6 (11)  
**Tipo de material**: Subrasante  
**COD. Muestra**: M-SN+T+CHE-2022

		DATOS DE LA MUESTRA			
Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5458.00	5531.00	5570.00	5543.00
Peso molde	gr	3695.00	3695.00	3695.00	3695.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1763.00	1836.00	1875.00	1848.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	940.79	940.79	940.79	940.79
Peso volumétrico húmedo	gr	1.874	1.952	1.993	1.964
Recipiente N°		113	111	118	120
Peso del suelo húmedo+tara	gr	199.30	268.10	210.00	177.00
Peso del suelo seco + tara	gr	182.00	258.00	186.50	156.80
Tara	gr	35.31	34.08	35.04	35.06
Peso de agua	gr	17.30	30.10	23.50	20.20
Peso del suelo seco	gr	146.69	223.92	151.46	121.74
Contenido de agua	%	11.8	13.4	15.5	16.6
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.676	1.720	1.725	1.685
					<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>
					<b>Humedad óptima (%)</b>
					<b>1.734</b>
					<b>14.7</b>





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

SOLICITANTE: BACH, GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH, LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLON  
UBICACIÓN: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO  
REGISTRO N°: M-SN+T+CHE-202  
FECHA: May 22

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
MUESTRA: SN + 1.20 lit/m3 Terrasil + 15% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO  
ESTRADO: SUELO ADICIONADO  
PROFUND.: -  
CLASF. (SUCS): CL  
CLASF. (AASHTO): A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+T+CHE-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**COMPACTACIÓN DEL SUELO**

	N°	15	10	7
Molde	N°	15	10	7
Capas	N°	5	5	5
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	11864	11587	10643
Peso molde	gr	7652	7598	6967
Peso suelo húmedo compactado	gr	4212	3989	3676
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2117.1	2119.0	2122.9
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.989	1.882	1.732

**HUMEDAD ÓPTIMA DEL SUELO COMPACTADO**

	N°	29	36	35
Recipiente	N°	29	36	35
Peso del suelo húmedo + tara	gr	60.40	58.80	59.60
Peso del suelo seco + tara	gr	56.30	54.86	55.65
Peso del recipiente	gr	28.62	27.80	28.88
Peso de agua	gr	4.1	3.9	4.0
Peso del suelo seco	gr	27.7	27.1	26.8
Contenido de agua	%	14.8	14.6	14.8
Contenido de agua promedio	%	14.7	14.7	14.7
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.734	1.641	1.510

**EXPANSION**

EXPANSIÓN MOLDE 15				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	16:00	116.00	0.00%	
Mayo-2022	16:00	116.00	0.00%	
Mayo-2022	16:00	116.01	0.01%	
Mayo-2022	16:00	116.01	0.01%	
Mayo-2022	16:00	116.02	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 10				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	16:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	16:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	16:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	16:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	16:00	117.16	0.01%	

EXPANSIÓN MOLDE 7				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	16:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	16:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	16:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	16:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	16:00	117.16	0.01%	

**PENETRACIÓN**

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)

Molde		15			10			7		
Penetración (mm)	Carga Estándar (lb/ft <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0	
0.635	0.025	90	4		58	3		30	1	
1.270	0.050	180	9		117	6		90	4	
1.905	0.075	240	12		216	11		110	5	
2.540	0.100	320	16	13.41	270	13	8.75	162	8	5.18
3.810	0.150	480	24		396	20		255	13	
5.080	0.200	640	32	16.42	525	26	11.36	348	17	7.34
6.350	0.250	810	39		620	31		404	20	
7.620	0.300	990	45		654	32		449	22	

INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morúa Anas  
CIP: 132454  
MTC E 132



RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - 5G - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

**PROYECTO** : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU."  
**AYACUCHO, 2022'**

**SOLICITANTE** : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL  
**REGISTRO N°** : M-SN+T+CHE-2022

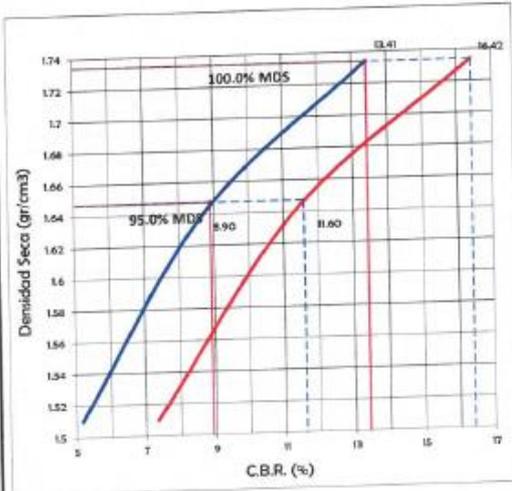
**UBICACIÓN** : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO  
**FECHA:** May-22

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
**MUESTRA** : SN + 1.20 l/m<sup>3</sup> Terrasil + 15% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO  
**ESTRADO** : SUELO ADICIONADO  
**PROFUND.** : -

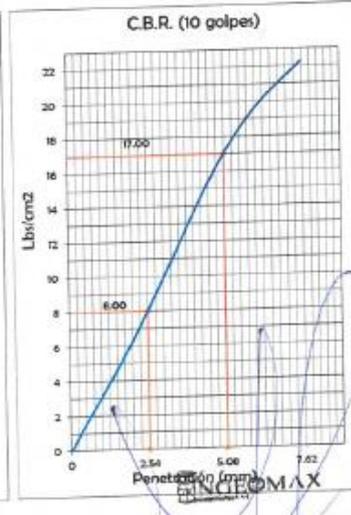
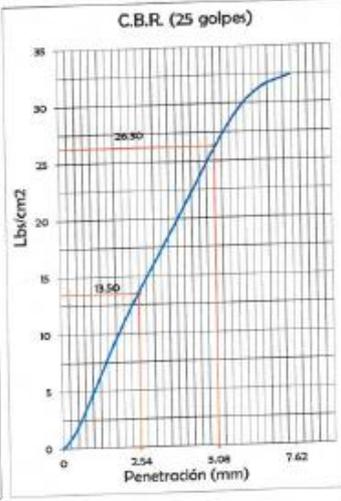
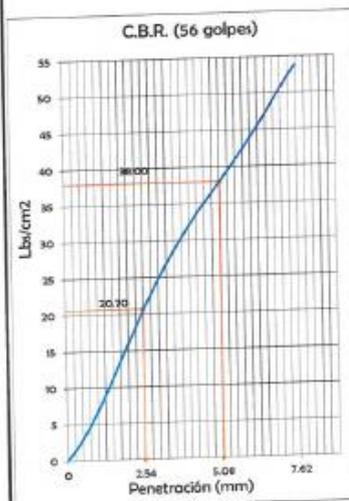
**CLASF. (SUCS)** : CL  
**CLASF. (AASHTO)** : A-7-6 (11)  
**Tipo de material:** Subrasante  
**COD. Muestra:** M-SN+T+CHE-2022

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**



METODO DE COMPACTION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.734
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.7
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.647

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	13.4%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	8.9%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	16.4%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	11.6%
Expansion (%)	0.02%



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morale Arias  
CIP 132854  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, SOLOS Y ASFALTOS

	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40</b> <b>(ASTM D4318 , MTC E-110)</b>	F - SG - 101	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	"ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCAUPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	BACH, GARCIA CISNEROS, AUCIA MONICA Y BACH, LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL		
UBICACIÓN	SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU <b>MUESTRA</b> : SN + 1.60 l/m <sup>3</sup> Terrasil <b>ESTRATO</b> : SUELO ADICIONADO <b>PROFUND. (m)</b> : -	<b>TIPO DE MATERIAL:</b> SUBRASANTE <b>COD. PROYECTO:</b> IGM-PC-0010-2022 <b>COD. MUESTRA:</b> M-SN+TERRASIL-2022 <b>FECHA:</b> May-22
--	--

LIMITE LIQUIDO				
	N°	17	19	14
N° TARRO	(g)	40.44	39.87	51.05
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	33.11	32.95	44.03
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	7.33	6.92	7.02
MASA DE AGUA	(g)	18.09	18.11	27.90
MASA DEL TARRO	(g)	15.02	14.84	16.13
MASA DEL SUELO SECO	(%)	48.8	46.6	43.5
CONTENIDO DE HUMEDAD		15	25	35
NUMERO DE GOLPES				

LIMITE PLASTICO			
	N°	92	100
N° TARRO	(g)	43.50	44.22
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	42.34	43.12
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	1.2	1.1
MASA DE AGUA	(g)	57.47	58.22
MASA DEL TARRO	(g)	4.9	4.9
MASA DEL SUELO SECO	(%)	23.8	22.4
CONTENIDO DE HUMEDAD			



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	46.0
LIMITE PLASTICO (%)	23.1
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	22.8

**Observaciones:**

.....

.....

  
 Ing. Maxmil Anthony Morúa Arias  
 CIP: 132.814  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA CONSULTOR Y ASISTENTE

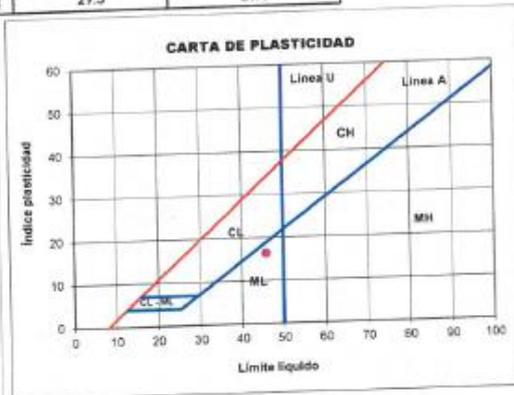
	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318 , MTC E-110)</b>	F - SG - 101	
		Revisión:	1
PROYECTO		Fecha:	2022-04-12
: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU. AYACUCHO, 2022"			
SOLICITANTE : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILOL			
UBICACIÓN : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO			

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA	: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU	TIPO DE MATERIAL	: SUBRASANTE
MUESTRA	: SN + 1.60 lt/m3 Terrasil + 5% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO	COD. PROYECTO	: IGM-PC-0010-2022
ESTRATO	: SUELO ADICIONADO	COD. MUESTRA	: M-SN+TERRASIL+CHE -2022
PROFUND. (m)	: -	FECHA	: May-22

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	17	19	47
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	38.90	37.84	47.19
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	32.13	31.69	40.49
MASA DE AGUA	(g)	6.77	6.15	6.70
MASA DEL TARRO	(g)	18.09	18.11	25.10
MASA DEL SUELO SECO	(g)	14.04	13.58	15.39
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	48.2	45.3	43.5
NUMERO DE GOLPES		18	27	35

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO	N°	67	74	
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	59.53	64.71	
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	58.17	63.34	
MASA DE AGUA	(g)	1.4	1.4	
MASA DEL TARRO	(g)	53.53	58.71	
MASA DEL SUELO SECO	(g)	4.6	4.6	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.3	29.6	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	45.9
LIMITE PLASTICO (%)	29.4
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	16.4

**Observaciones:**

.....  
 .....

  
 Ing. Maxwell Anthony Marote Arias  
 C.R. 732854  
 INGENIERIA EN OBRAS DE CONCRETO Y METALURIA

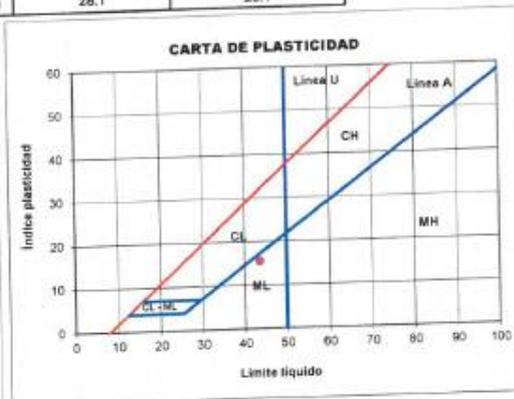
	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318, MTC E-110)</b>	F - SG - 101	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCAUPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WIJUNTON FILLOL		
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU <b>MUESTRA</b> : SN + 1.60 l/m <sup>3</sup> Terrasil + 10% CENIZA DE HOJAS DE EUCAUPTO <b>ESTRATO</b> : SUELO ADICIONADO <b>PROFUND. (m)</b> : -	<b>TIPO DE MATERIAL</b> : SUBRASANTE <b>COD. PROYECTO</b> : IGM-PC-0010-2022 <b>COD. MUESTRA</b> : M-SN+TERRASIL+CHE -2022 <b>FECHA</b> : May-22
--	---

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	69	62	63
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	73.37	71.76	78.97
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	67.45	65.99	72.91
MASA DE AGUA	(g)	5.92	5.77	6.06
MASA DEL TARRO	(g)	54.69	52.82	58.22
MASA DEL SUELO SECO	(g)	12.76	13.17	14.69
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	46.4	43.8	41.3
NUMERO DE GOLPES		16	26	35

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	N°	71	74
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	60.66	64.73
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	59.33	63.41
MASA DE AGUA	(g)	1.3	1.3
MASA DEL TARRO	(g)	54.60	58.71
MASA DEL SUELO SECO	(g)	4.7	4.7
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.1	28.1



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	43.7
LIMITE PLASTICO (%)	28.1
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	15.6

**Observaciones:**

.....

.....

  
 Ing. Maxwell Anthony Marate Anas  
 CIR 17264  
 ESPECIALISTA EN DISEÑO DE CEMENTO Y ARMADOS



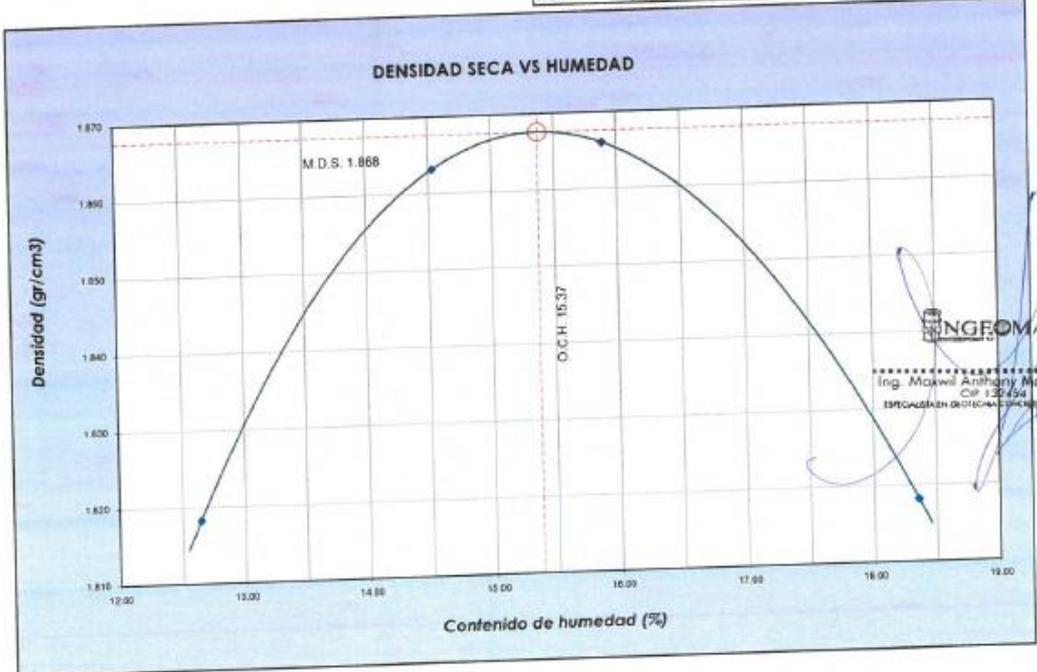
	<b>ENSAYO PROCTOR MODIFICADO</b> (ASTM D-1557, MTC-115)	F - SG - 103	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-02-03
PROYECTO	: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILINTO	REGISTRO N°:	M-SN+TERRASIL-2022
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO	FECHA:	May-22

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
 MUESTRA : SN + 1,60 lt/m<sup>3</sup> Terrasil  
 ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
 PROFUND. (m) : -

CLASF. (SUCS) : CL  
 CLASF. (AASHTO) : A-7-6 [11]  
 Tipo de material: Subrasante  
 COD. Muestra: M-SN+TERRASIL-2022

		DATOS DE LA MUESTRA			
Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5937.00	6018.00	6045.00	6035.00
Peso molde	gr	4001.00	4001.00	4001.00	4001.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1936.00	2017.00	2044.00	2034.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	945.21	945.21	945.21	945.21
Peso volumétrica húmedo	gr	2.048	2.134	2.162	2.152
Recipiente N°		108	116	106	111
Peso del suelo húmedo+tara	gr	261.80	214.00	195.70	210.10
Peso del suelo seco + tara	gr	236.30	191.20	173.40	182.80
Tara	gr	34.65	34.31	33.05	34.08
Peso de agua	gr	25.50	22.80	22.30	27.30
Peso del suelo seco	gr	201.65	156.89	140.35	148.72
Contenido de agua	%	12.6	14.5	15.9	18.4
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.818	1.863	1.866	1.818
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>					<b>1.868</b>
<b>Humedad óptima (%)</b>					<b>15.4</b>





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - 5G - 104

Revisión: 1

Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

SOLICITANTE : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL  
UBICACIÓN : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

REGISTRO N° : SN+TERRASIL-20  
FECHA : May-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
MUESTRA : SN + 1.60 l/m3 Terrasil  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -

CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+TERRASIL-2022

DATOS DE LA MUESTRA

COMPACTACIÓN DEL SUELO

	N°	29	15	20
Molde	N°	5		
Capas	N°	25		10
Golpes / Capa	N°	56		10
Peso suelo + molde	gr	13090	12008	12575
Peso molde	gr	8506	7652	8499
Peso suelo húmedo compactado	gr	4584	4356	4076
Volumen del molde	cm³	2126.0	2117.1	2119.4
Peso volumétrico húmedo	gr/cm	2.156	2.058	1.923

HUMEDAD ÓPTIMA DEL SUELO COMPACTADO

	N°	29	35	39
Recipiente	gr	60.20	57.40	61.30
Peso del suelo húmedo + tara	gr	56.00	53.60	56.45
Peso del suelo seco + tara	gr	28.62	28.88	25.19
Peso del recipiente	gr	4.2	3.8	4.8
Peso de agua	gr	27.4	24.7	31.3
Peso del suelo seco	%	15.3	15.4	15.5
Contenido de agua	%		15.4	
Contenido de agua promedio	%		15.4	
Peso volumétrico seco	gr/cm	1.868	1.783	1.666

EXPANSION

EXPANSIÓN MOLDE 29				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	15:00	116.00	0.00%	
Mayo-2022	15:00	116.00	0.00%	
Mayo-2022	15:00	116.01	0.01%	
Mayo-2022	15:00	116.01	0.01%	
Mayo-2022	15:00	116.02	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 15				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.16	0.01%	

EXPANSIÓN MOLDE 20				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.16	0.01%	

PENETRACIÓN

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)

Molde		29			15			20		
Penetración	Carga Estándar	Carga	Presión	CBR corregido	Carga	Presión	CBR corregido	Carga	Presión	CBR corregido
(mm)	(lug)	(lbs/cm²)	(lb/in²)	(%)	(lbs)	(lb/cm²)	(%)	(lbs)	(lb/cm²)	(%)
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0	
0.635	0.025	80	4		75	4		106	5	
1.270	0.050	220	11		202	10		202	10	
1.905	0.075	403	20		388	19		283	14	
2.540	0.100	567	28	18.14	416	21	14.90	362	18	11.66
3.810	0.150	769	38		629	31		501	25	
5.080	0.200	908	45	19.44	743	37	16.07	601	30	2.96
6.350	0.250	1010	50		867	43		668	33	
7.620	0.300	1080	54		920	46		712	35	

Ing. Maxmil Anthony Marate Anas  
CIP 137464



RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

SOLICITANTE : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON RILLOL  
UBICACION : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

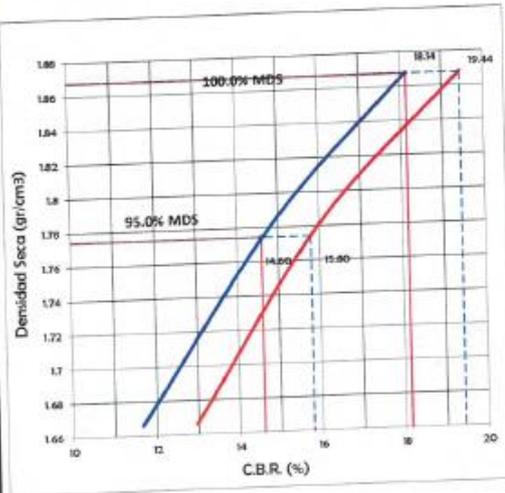
REGISTRO N° : M-SN+TERRASIL-2022  
FECHA: May-22

**Datos Generales**

PROCEDENCIA : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
MUESTRA : SN + 1.60 l/m<sup>3</sup> Terrasil  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : \*

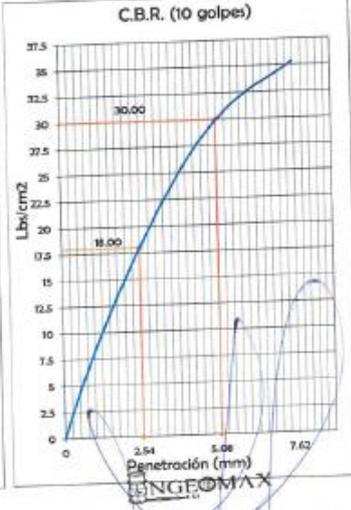
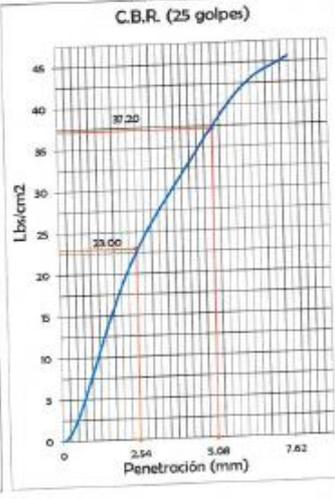
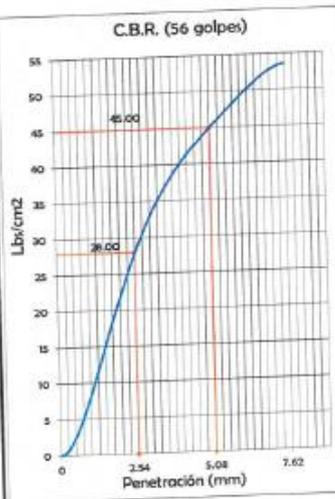
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+TERRASIL-2022

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.868
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.4
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.774

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	18.1%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	14.6%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	19.4%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	15.8%
Expansion (%)	0.02%



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Marcha Arias  
CIP 139454  
INGENIERIA EN GEOTECNIA, SUELOS Y FUNDACIONES

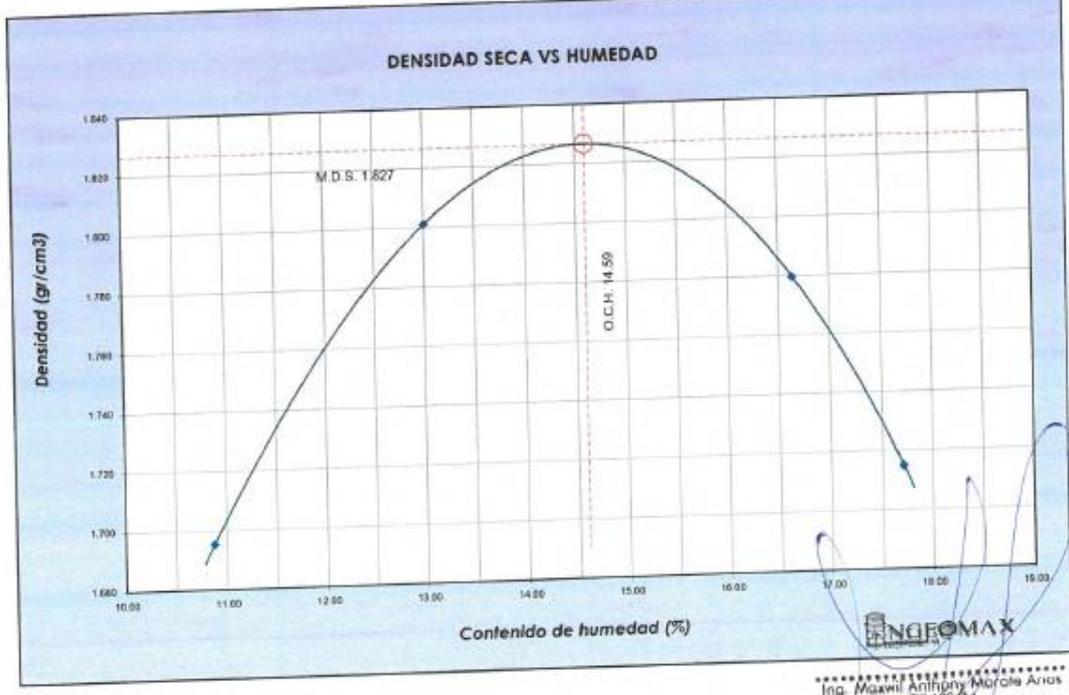
	<b>ENSAYO PROCTOR MODIFICADO</b> (ASTM D-1557, MTC-115)	F - SG - 103	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-02-03
PROYECTO	: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTO	REGISTRO N°:	M-SN+T-CHE-2022
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO	FECHA:	May-22

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
**MUESTRA** : SN + 1.60 lt/m<sup>3</sup> Terrasil + 5% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO  
**ESTRADO** : SUELO ADICIONADO  
**PROFUND. (m)** : -

**CLASF. (SUCS)** : CL  
**CLASF. (AASHTO)** : A-7-6 (11)  
**Tipo de material:** Subrasante  
**COD. Muestra:** M-SN+T-CHE-2022

DATOS DE LA MUESTRA					
Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5778.00	5925.00	5963.00	5909.00
Peso molde	gr	4001.00	4001.00	4001.00	4001.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1777.00	1924.00	1962.00	1908.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	945.21	945.21	945.21	945.21
Peso volumétrico húmedo	gr	1.880	2.036	2.076	2.019
Recipiente N°		106	114	103	105
Peso del suelo húmedo+tara	gr	218.50	205.50	211.60	215.90
Peso del suelo seco + tara	gr	200.30	185.70	186.20	188.60
Tara	gr	33.05	33.50	33.58	34.45
Peso de agua	gr	18.20	19.80	25.40	27.30
Peso del suelo seco	gr	167.25	152.20	152.62	154.15
Contenido de agua	%	10.9	13.0	16.6	17.7
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.696	1.801	1.780	1.715
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>					1.827
<b>Humedad óptima (%)</b>					14.6



  
 Ing. Maavil Anthony Morcha Arias  
 CIP 129744  
 INGENIERA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y SUELOS

DIRECCION: JR. CORDA ALEGRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - Ayacucho, CEL: 99926400, EMAIL: ingenaria@ingecomas.com, contact@ingecomas.com





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

**PROYECTO** : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

**SOLICITANTE** : BACH, GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH, LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL

**UBICACION** : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

**REGISTRO N°** : M-SN+T+CHE-2022

**FECHA** : May-22

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU

**MUESTRA** : SN + 1.60 lt/m3 Terrasil + 5% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO

**ESTRADO** : SUELO ADICIONADO

**PROFUND.** : "

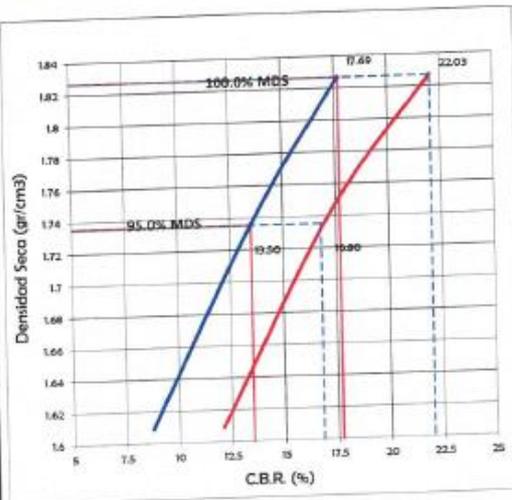
**CLASF. (SUCS)** : CL

**CLASF. (AASHTO)** : A-7-6 (11)

**Tipo de material**: Subrasante

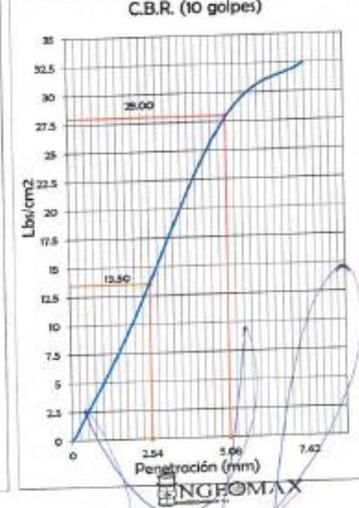
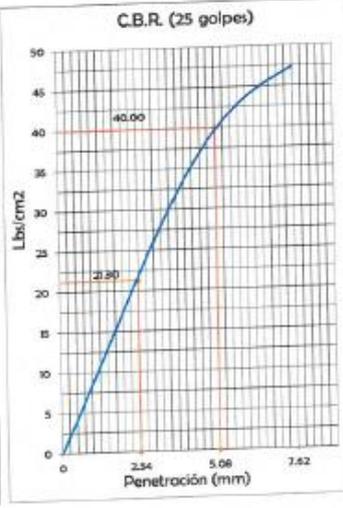
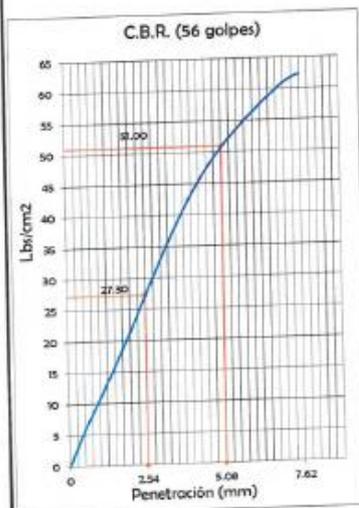
**COD. Muestra**: M-SN+T+CHE-2022

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.827
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.6
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.735

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	17.7%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	13.5%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	22.0%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	16.8%
Expansion (%)	0.02%



Ing. Maxwell Anthony Morote Anís  
C.P. 13244  
EMPRESA EN REGISTRO CONSEJO Y FUNDACIÓN

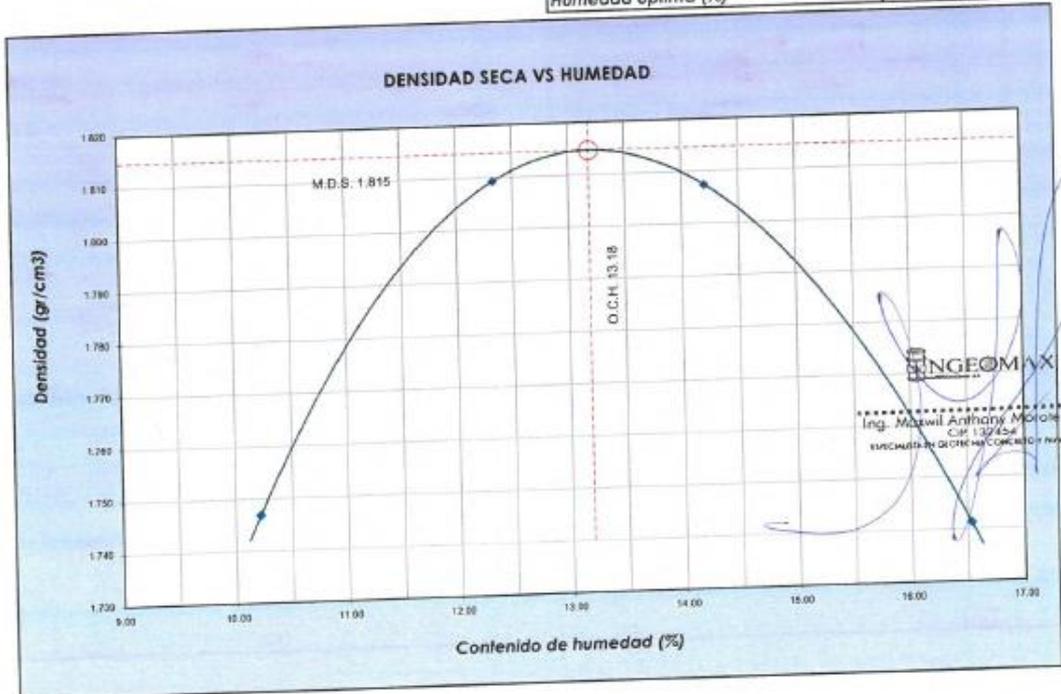
	<b>ENSAYO PROCTOR MODIFICADO</b> (ASTM D-1557, MTC-115)	F - SG - 103	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-02-03
PROYECTO	: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"		
SOLICITANTE	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTO	REGISTRO N°:	M-SN+T+CHE-2022
UBICACIÓN	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO	FECHA:	May-22

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
**MUESTRA** : SN + 1.60 lt/m<sup>3</sup> Terrasil + 10% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO  
**ESTRADO** : SUELO ADICIONADO  
**PROFUND. (m)** : -

**CLASF. (SUCS)** : CL  
**CLASF. (AASHTO)** : A-7-6 (11)  
**Tipo de material:** Subrasante  
**COD. Muestra:** M-SN+T+CHE-2022

		DATOS DE LA MUESTRA			
Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5821.00	5922.00	5952.00	5919.00
Peso molde	gr	4001.00	4001.00	4001.00	4001.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1820.00	1921.00	1951.00	1918.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	945.21	945.21	945.21	945.21
Peso volumétrico húmedo	gr	1.925	2.032	2.064	2.029
Recipiente N°		111	113	112	121
Peso del suelo húmedo+tara	gr	232.50	248.50	258.80	236.00
Peso del suelo seco + tara	gr	214.10	225.10	230.90	207.20
Tara	gr	34.08	35.31	34.47	32.99
Peso de agua	gr	18.40	23.40	27.90	28.80
Peso del suelo seco	gr	180.02	189.79	196.43	174.21
Contenido de agua	%	10.2	12.3	14.2	16.5
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.747	1.809	1.807	1.741
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>					<b>1.815</b>
<b>Humedad óptima (%)</b>					<b>13.2</b>





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO: "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

SOLICITANTE: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON RILLOL  
UBICACIÓN: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

REGISTRO N°: M-SN+1-CHE-202  
FECHA: May-22

**Datos Generales**

PROCEDENCIA: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
MUESTRA: SN + 1.60 lt/m<sup>3</sup> Terrasil + 10% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO  
ESTRADO: SUELO ADICIONADO  
PROFUND.: -

CLASF. (SUCS): CL  
CLASF. (AASHTO): A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+1-CHE-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

**COMPACTACIÓN DEL SUELO**

	N°	17	28	21
Molde	N°	5		
Capos	N°		25	10
Galpes / Capa	N°	56		
Peso suelo + molde	gr	12881	12662	12292
Peso molde	gr	8491	8502	8434
Peso suelo húmedo compactado	gr	4390	4160	3858
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2136.5	2126.0	2117.6
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.055	1.957	1.822

**HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO**

	N°	7	29	30
Recipiente	N°	64.40	62.20	60.00
Peso del suelo húmedo + tara	gr	58.95	58.20	56.30
Peso del suelo seco + tara	gr	16.90	28.62	28.26
Peso del recipiente	gr	5.5	4.0	3.7
Peso de agua	gr	42.1	29.6	28.0
Peso del suelo seco	gr	13.0	13.5	13.2
Contenido de agua	%		13.2	
Contenido de agua promedio			1.728	1.609
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.815		

**EXPANSION**

EXPANSIÓN MOLDE 17				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	17:00	116.00	0.00%	
Mayo-2022	17:00	116.00	0.00%	
Mayo-2022	17:00	116.01	0.01%	
Mayo-2022	17:00	116.01	0.01%	
Mayo-2022	17:00	116.02	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 28				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	17:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	17:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	17:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	17:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	17:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	17:00	117.16	0.01%	

EXPANSIÓN MOLDE 21				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	17:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	17:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	17:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	17:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	17:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	17:00	117.16	0.01%	

**PENETRACIÓN**

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)

Molde		17			28			21		
Ferretación	Carga Estándar	Carga	Presión	CBR corregido	Carga	Presión	CBR corregido	Carga	Presión	CBR corregido
(mm)	(pulg)	(lbs/cm <sup>2</sup> )	(ksi)	(%)	(lbs)	(lbs/cm <sup>2</sup> )	(%)	(lbs)	(lbs/cm <sup>2</sup> )	(%)
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0	
0.635	0.025	140	7		73	4		72	4	
1.270	0.050	255	13		143	7		119	6	
1.905	0.075	423	21		303	15		215	11	
2.540	0.100	520	26	16.85	419	21	13.28	282	14	9.01
3.810	0.150	748	37		591	29		415	21	
5.080	0.200	945	47	20.30	741	37	15.77	522	26	11.23
6.350	0.250	1076	53		839	42		574	29	
7.620	0.300	1146	57		897	45		601	30	

Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP: 132854  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA (CONCRETO Y TIERRAS)



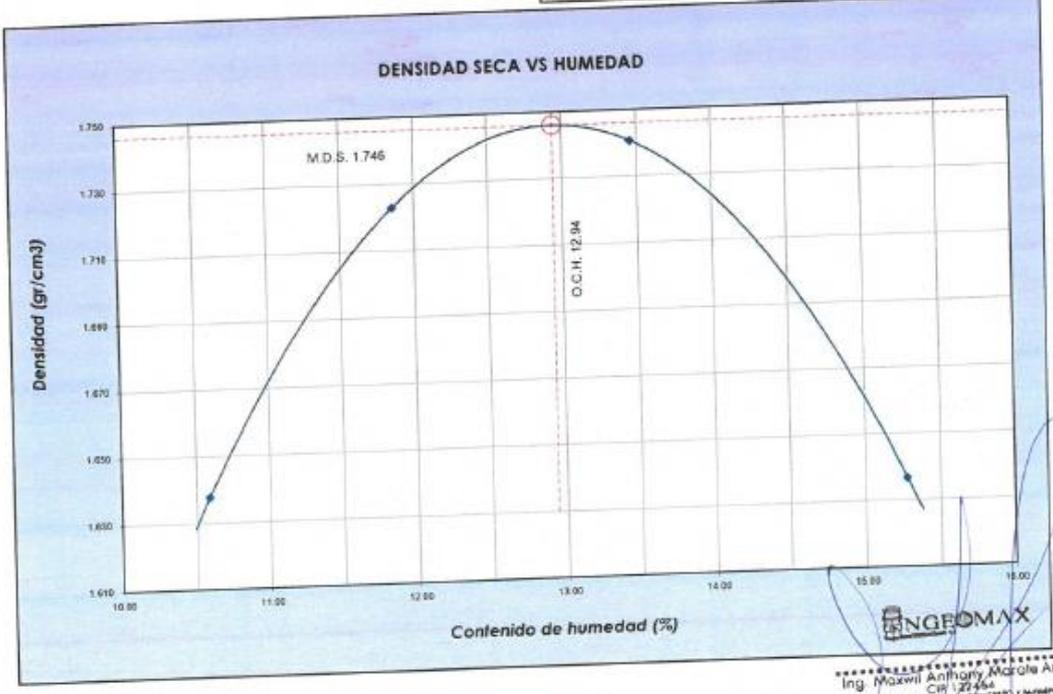
	<b>ENSAYO PROCTOR MODIFICADO</b> (ASTM D-1557, MTC-115)		F - SG - 103	
			Revisión:	1
			Fecha:	2022-02-03
<b>PROYECTO</b>	"ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"			
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTO		<b>REGISTRO N°:</b>	M-SN+T+CHE-2022
<b>UBICACIÓN</b>	: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO		<b>FECHA:</b>	May-22

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU  
**MUESTRA** : SN + 1.60 lt/m<sup>3</sup> Terrasil + 15% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO  
**ESTRADO** : SUELO ADICIONADO  
**PROFUND. (m)** : -

**CLASF. (SUCS)** : CL  
**CLASF. (AASHTO)** : A-7-6 (11)  
**Tipo de material:** Subrasante  
**COD. Muestra:** M-SN+T+CHE-2022

		DATOS DE LA MUESTRA			
		1	2	3	4
<b>Numero de Ensayo</b>					
Peso suelo + molde	gr	5399.00	5508.00	5553.00	5470.00
Peso molde	gr	3695.00	3695.00	3695.00	3695.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1704.00	1813.00	1858.00	1775.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	940.79	940.79	940.79	940.79
Peso volumétrico húmedo	gr	1.811	1.927	1.975	1.887
Recipiente N°		116	120	122	104
Peso del suelo húmedo+tara	gr	264.00	254.90	244.80	193.40
Peso del suelo seco + tara	gr	242.00	231.60	219.80	172.20
Tara	gr	34.31	35.06	34.03	33.47
Peso de agua	gr	22.00	23.30	25.00	21.20
Peso del suelo seco	gr	207.69	196.54	185.77	138.73
Contenido de agua	%	10.6	11.9	13.5	15.3
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.438	1.723	1.741	1.637
					<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>
					<b>Humedad óptima (%)</b>
					1.746
					12.9



DIRECCION : JR. CORDALEGRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - Ayoacucho, CEL: 99620400, EMAIL: ingenieria@ingecomax.com, comercial@ingecomax.com  
 Ing. Maxwell Anthony Aguirre Arias  
 CIP 127464  
 EMPRESA EN GERENCIA CON CERO (0) INFRACCIONES



RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO: ADICIÓN DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022

SOLICITANTE: BACH. GARCIA CISNEROS, AUCIA MONICA Y BACH. LUDENA CARDENAS, WILINTON FILLOL

UBICACIÓN: SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

REGISTRO N°: M-SN+T+CHE-202

FECHA: May-22

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA: CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU

MUESTRA: SN + 1.60 lt/m<sup>3</sup> Terrasil + 15% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO

ESTRADO: SUELO ADICIONADO

PROFUND.: -

CLASF. (SUCS): CL

CLASF. (AASHTO): A-7-6 (11)

Tipo de material: Subrasante

COD. Muestra: M-SN+T+CHE-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
	N°	10	14	4
Molde	N°	10	14	4
Capas	N°	5	5	10
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	11776	11559	11508
Peso molde	gr	7598	7600	7848
Peso suelo húmedo compactado	gr	4178	3959	3660
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2119.0	2112.7	2113.1
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.972	1.874	1.732
HUMEDAD ÓPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	40	17	11
Peso del suelo húmedo + tara	gr	68.60	61.40	64.20
Peso del suelo seco + tara	gr	62.85	56.50	58.85
Peso del recipiente	gr	18.38	18.09	17.98
Peso de agua	gr	5.7	4.9	5.4
Peso del suelo seco	gr	44.5	38.4	40.9
Contenido de agua	%	12.9	12.8	13.1
Contenido de agua promedio				
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.746	1.659	1.534

**EXPANSION**

EXPANSIÓN MOLDE 10				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	15:00	116.00	0.00%	
Mayo-2022	15:00	116.00	0.00%	
Mayo-2022	15:00	116.01	0.01%	
Mayo-2022	15:00	116.01	0.01%	
Mayo-2022	15:00	116.02	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 14				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.16	0.01%	

EXPANSIÓN MOLDE 4				
Fecha	Hora	mm	%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.15	0.00%	
Mayo-2022	15:00	117.16	0.01%	

**PENETRACIÓN**

CAPACIDAD: 12984 lbs (Lector Digital)

CAPACIDAD: 12984 lbs (Lector Digital)										
Molde		10			14			4		
Penetración (mm)	Carga Estándar (kg)	Carga (Lbs)	Presión (Lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (Lbs)	Presión (Lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (Lbs)	Presión (Lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0	
0.635	0.025	136	7		73	4		40	2	
1.270	0.050	220	11		175	9		110	5	
1.905	0.075	370	18		274	14		179	9	
2.540	0.100	520	26	16.13	390	19	12.70	258	13	8.75
3.810	0.150	710	35		560	26		431	21	
5.080	0.200	910	45	19.48	710	35	15.12	460	23	10.50
6.350	0.250	1060	53		880	44		610	30	
7.620	0.300	1193	59		1050	52		680	34	

INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Miroles Arias  
CIP 127454  
Especialista en GEOTECNIA, CONCRETO y ASFALTO



RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO, 2022"

SOLICITANTE : BACH. GARCIA CISNEROS, ALICIA MONICA Y BACH. LUDEÑA CARDENAS, WILINTON FILLOL

UBICACIÓN : SOCOS - YANAYACU / HUAMANGA / AYACUCHO

REGISTRO N° : M-SN+1+CHE-2022

FECHA : May-22

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : CAMINO VECINAL TRAMO SOCOS - YANAYACU

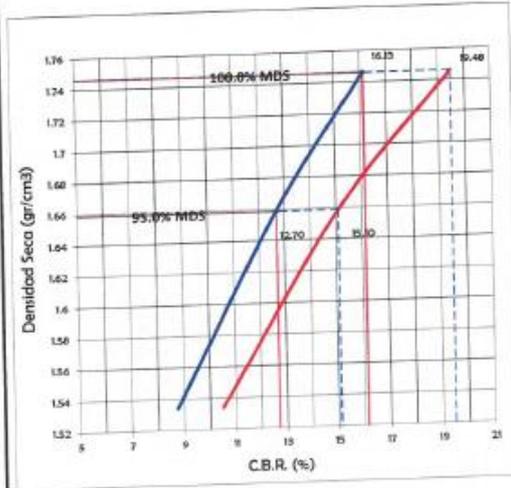
MUESTRA : SN = 1.60 t/m<sup>3</sup> Terrasil + 15% CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO

ESTRADO : SUELO ADICIONADO

PROFUND. : -

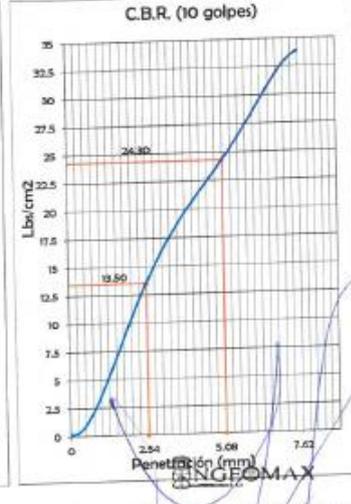
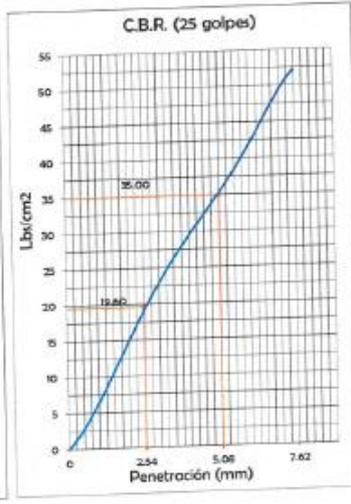
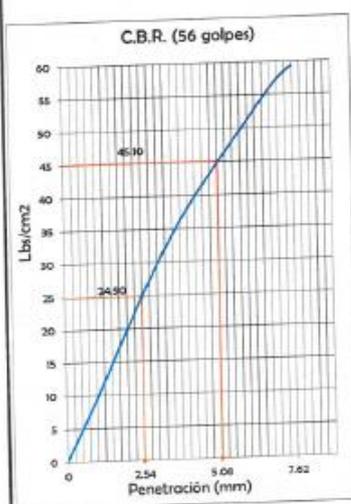
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+1+CHE-2022

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.746
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.9
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.659

RESULTADOS	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	16.1%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	12.7%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	19.5%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	15.1%
Expansion (%)	0.02%



INGEOMAX S.A.C.  
Ing. Maxwell Anthony Morale Arias  
CIP. 130-454  
INGENIERIA EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR  
Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 966942996  
Ayacucho – Perú

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Región : Ayacucho HR: 0008  
Provincia : Huamanga  
Distrito : Ayacucho  
Comunidad : Ayacucho  
Proyecto : TESIS: “Adición del Terrasil y Ceniza de Hojas de Eucalipto para  
Mejorar la Subrasante del Camino Vecinal Socos - Yanayacu,  
Ayacucho, 2022”  
Solicitante : Srta. Alicia Mónica García Cisneros  
Sr. Wilinton Fillo Ludeña Cárdenas  
Muestra : Ceniza de Hojas de Eucalipto

## ANALISIS QUIMICO

Muestra	Fósforo (% P)	Potasio (% K)	Calcio (% Ca)	Magnesio (% Mg)	Azufre (% S)
01	1.13	0.12	26.6	4.2	0.02
Muestra	Fósforo (% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Potasio (% K <sub>2</sub> O)	Calcio (% CaO)	Magnesio (% MgO)	Azufre (% SO <sub>4</sub> )
01	2.59	0.15	34.5	7.04	0.05

Muestra	% Humedad	pH	Carbonatos (%CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )
01	1.16	12.86	42.3

### METODOLOGIA:

ACENIZACION: Calcinación de la muestra en Mufla a 600°C por 3 horas

FOSFORO: Colorimetría

POTASIO Y AZUFRE: Turbidimetría

CALCIO Y MAGNESIO: Complexometría

CARBONATOS: Volumetría

Ayacucho, 06 de Mayo del 2022

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS  
PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES  
RESPONSABLE  
  
Juan B. Grón Molina  
C.I.P. 77120

Anexo 9. Certificados de calibración

 <b>INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO</b> ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	
<b>ANEXO CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN</b>	
 Ing. Maxwil Anthony Marafie Arias CIP 132454 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS	



LABORATORIO DE  
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD  
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 222-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-08-23

1. SOLICITANTE : INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

DIRECCIÓN : JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS  
AYACUCHO HUAMANGA - JESUS NAZARENO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : PAJ4102

NÚMERO DE SERIE : B635983618

ALCANCE DE INDICACIÓN : 4100 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0.01 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0.1 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-08-20

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN  
Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del  
SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4° - ABRIL, 2010.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN  
LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C  
JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO HUAMANGA - JESUS NAZARENO

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

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

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

  
Gilmer Antonio Huamán Quiroma  
Responsable de Laboratorio de Metrología



Teléfono  
(01) 622 - 5814  
Celular  
392 - 302 - 883 / 362 - 227 - 858

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

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

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



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	19.8 °C	19.8 °C
Humedad Relativa	41 %	41 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL	Pesas (exactitud E2)	LM - C - 076 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 4100 g la balanza indicó 4099.65 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

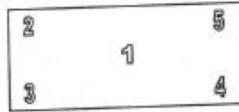
8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 2,000.00 g	Inicial		Final		
		Temp. (°C)	19.8	Temp. (°C)	19.8	
	l(g)	Δ L (g)	E (g)	l(g)	Δ L (g)	E (g)
1	2,000.00	0.005	0.000	4,099.97	0.007	-0.032
2	2,000.00	0.007	-0.002	4,099.97	0.006	-0.031
3	2,000.00	0.004	0.001	4,099.97	0.002	-0.027
4	2,000.00	0.005	0.000	4,099.97	0.007	-0.032
5	2,000.00	0.006	-0.001	4,099.97	0.005	-0.030
6	2,000.00	0.004	0.001	4,099.97	0.003	-0.028
7	2,000.00	0.005	0.000	4,099.97	0.003	-0.028
8	2,000.00	0.006	-0.001	4,099.97	0.006	-0.031
9	2,000.00	0.007	-0.002	4,099.97	0.007	-0.032
10	2,000.00	0.004	0.001	4,099.97	0.008	-0.033
			0.003			0.006
			± 0.2 g			± 0.3 g





Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima*(g)	l(g)	Δ L (g)	Eo(mg)	Carga L (g)	l(g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)
1	0.10	0.10	0.005	0.000	1,400.00	1,400.00	0.007	-0.002	-0.002
2		0.10	0.007	-0.002		1,400.00	0.004	0.001	0.003
3		0.10	0.003	0.002		1,400.00	0.005	0.000	-0.002
4		0.10	0.008	-0.003		1,400.00	0.004	0.001	0.004
5		0.10	0.005	0.000		1,400.00	0.007	-0.002	-0.002

(\*) valor entre 0 y 10 a

Error máximo permitido: ± 200.0 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)	l(g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)	
0.10	0.10	0.006	-0.001	0.000	0.50	0.006	-0.001	0.000	0.100
0.50	0.50	0.006	-0.001	0.000	1.00	0.005	0.000	0.001	0.100
1.00	1.00	0.008	-0.003	-0.002	10.00	0.007	-0.002	-0.001	0.100
10.00	10.00	0.006	-0.001	0.000	100.00	0.006	-0.001	0.000	0.100
100.00	100.00	0.007	-0.002	-0.001	500.00	0.004	0.001	0.002	0.100
500.00	500.00	0.006	-0.001	0.000	800.00	0.005	0.000	0.001	0.200
800.00	800.00	0.007	-0.002	-0.001	1,000.00	0.006	-0.001	0.000	0.200
1,000.00	1,000.00	0.004	0.001	0.002	2,000.00	0.003	0.002	0.003	0.300
2,000.00	2,000.00	0.006	-0.001	0.000	3,000.00	0.005	0.000	0.001	0.300
3,000.00	3,000.00	0.007	-0.002	-0.001	4,099.97	0.008	-0.033	-0.032	0.300
4,100.00	4,099.97	0.008	-0.033	-0.032					

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 317E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{2,168E-08 \text{ g}^2 + 002E-12 \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido  
Número de tipo Científico    Exxx = 10<sup>xxx</sup> (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 221-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-08-23

1. SOLICITANTE : INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

DIRECCIÓN : JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS  
AYACUCHO HUAMANGA - JESUS NAZARENO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : SCOUT PRO SP602

NÚMERO DE SERIE : B321364212

ALCANCE DE INDICACIÓN : 600 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0.01 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0.1 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-08-20

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

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

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

### 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4ª - ABRIL, 2010.

### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C  
JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO HUAMANGA - JESUS NAZARENO

Gilmer Antonio Huamán Quijima  
Responsable del Laboratorio de Metrología



Teléfono : (01) 672 - 5834  
Celular : 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 658

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

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

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



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	19.8 °C	19.9 °C
Humedad Relativa	41 %	41 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL	Pesas (exactitud E2)	LM - C - 076 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 600 g la balanza indicó 599.9 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Carga L1= 300.00 g			Carga L2= 600.00 g		
	Temp. (°C)	Δ L (g)	E (g)	Temp. (°C)	Δ L (g)	E (g)
1	19.8	0.005	0.000	19.8	0.003	-0.028
2	19.8	0.005	0.000	19.8	0.005	-0.030
3	19.8	0.007	-0.002	19.8	0.005	-0.030
4	19.8	0.003	0.002	19.8	0.005	-0.030
5	19.8	0.007	-0.002	19.8	0.003	-0.028
6	19.8	0.007	-0.002	19.8	0.003	-0.028
7	19.8	0.007	-0.002	19.8	0.005	-0.030
8	19.8	0.004	0.001	19.8	0.004	-0.029
9	19.8	0.005	0.000	19.8	0.004	-0.029
10	19.8	0.004	0.001	19.8	0.004	-0.029
Diferencia máxima permitida ±		0.1 g			0.2 g	



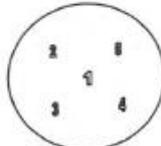


**G&L**  
LABORATORIO S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD  
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 221-2021 GLM  
Página 3 de 3



Vista Frontal

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>a</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima*(g)	l(g)	Δ L (g)	E <sub>o</sub> (mg)	Carga L (g)	l(g)	Δ L (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	0.10	0.10	0.004	0.001	200.00	200.00	0.002	0.003	0.002
2		0.10	0.006	-0.001		200.00	0.005	0.000	0.001
3		0.10	0.008	-0.003		200.00	0.006	-0.001	0.002
4		0.10	0.003	0.002		200.00	0.008	-0.003	-0.005
5		0.10	0.004	0.001		200.00	0.004	0.001	0.000

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 100 g

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) ±(g)
	l(g)	Δ L (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l(g)	Δ L (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
0.10	0.10	0.005	0.000						0.1
0.50	0.50	0.004	0.001	-0.001	0.50	0.007	-0.002	-0.002	0.1
1.00	1.00	0.006	-0.001	-0.001	1.00	0.004	0.001	0.001	0.1
10.00	10.00	0.006	0.000	0.000	10.00	0.006	-0.001	-0.001	0.1
20.00	20.00	0.004	0.001	0.001	20.00	0.005	0.000	0.000	0.1
50.00	50.00	0.004	0.001	0.001	50.00	0.004	0.001	0.001	0.1
100.00	100.00	0.005	0.000	0.000	100.00	0.007	-0.002	-0.002	0.1
200.00	200.00	0.008	-0.003	-0.003	200.00	0.006	-0.001	-0.001	0.1
400.00	400.00	0.006	-0.001	-0.001	400.00	0.004	0.001	0.001	0.1
500.00	500.00	0.005	0.000	0.000	500.00	0.007	-0.002	-0.002	0.1
600.00	599.97	0.002	-0.027	-0.027	599.97	0.002	-0.027	-0.027	0.2

(\*\*) error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R + 2,143E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,968E-08 \text{ g}^2 + 103E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

Número de tipo Científico    E<sub>xx</sub> = 10<sup>xx</sup>    (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)



Telefono: (01) 522 - 5814  
Celular: 982 - 302 - 883 / 952 - 227 - 858

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

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

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



LABORATORIO DE METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 223-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-08-23

1. SOLICITANTE : INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

DIRECCIÓN : JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS  
AYACUCHO HUAMANGA - JESUS NAZARENO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : R31P30

NÚMERO DE SERIE : 8335460267

ALCANCE DE INDICACIÓN : 30000 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 1 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e.) : 10 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-08-20

### 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

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

### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C  
JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO HUAMANGA - JESUS NAZARENO

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

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

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

Gilmer Antonio Huamán Pocuima  
Responsable del Laboratorio de Metrología

☎ Teléfono  
(01) 622 - 5814  
☎ Celular  
992 - 302 - 843 / 962 - 227 - 858

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

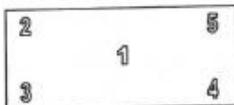
📍 Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

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





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 223 - 2021 GLM  
Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	19.8	19.8

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>2</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	Δl(g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga (g)	l(g)	Δl(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)
1	10	10	0.5	0.0	10,000	10,000	0.5	0.0	0.0
2		10	0.5	0.0		9,999	0.4	-0.9	-0.9
3		10	0.5	0.0		9,999	0.5	-1.0	-1.0
4		10	0.5	0.0		10,000	0.5	0.0	0.0
5		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido ± 20 g

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	19.8	19.8

Carga l(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(*)
	l(g)	Δl(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	l(g)	Δl(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	
10	10	0.5	0.0	0.0	10	0.5	0.0	0.0	10
20	20	0.5	0.0	0.0	20	0.5	0.0	0.0	10
100	100	0.5	0.0	0.0	100	0.5	0.0	0.0	10
500	500	0.6	-0.1	-0.1	500	0.5	0.0	0.0	10
1,000	1,000	0.5	0.0	0.0	1,000	0.6	-0.1	-0.1	10
5,000	5,000	0.6	-0.1	-0.1	5,000	0.5	0.0	0.0	10
10,000	10,000	0.5	0.0	0.0	10,000	0.5	0.0	0.0	20
15,000	15,000	0.5	0.0	0.0	15,000	0.5	0.0	0.0	20
20,000	20,000	0.6	-0.1	-0.1	20,000	0.5	0.0	0.0	20
25,000	25,000	0.6	-0.1	-0.1	25,000	0.6	-0.1	-0.1	30
30,000	30,000	0.7	-0.2	-0.2	30,000	0.7	-0.2	-0.2	30

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 315E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,702E-04 \text{ g}^2 + 1,036E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    Δl: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

Número de tipo Científico    E-xx = 10<sup>-xx</sup>    (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)



Teléfono: 011 622 - 5814  
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 859

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

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

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



LABORATORIO DE METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD  
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°224-2021 GLT

Página 1 de 4

Fecha de Emisión : 2021-08-23

1. SOLICITANTE : INGENIERIA GEOTECNICA AL  
MAXIMO S.A.C

DIRECCIÓN : JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS  
AYACUCHO HUAMANGA - JESUS NAZARENO

2. EQUIPO DE MEDICIÓN: HORNO ELÉCTRICO

MARCA : PINZUAR LTDA.  
MODELO : PG - 190  
NÚMERO DE SERIE : 228  
PROCEDENCIA : COLOMBIA  
IDENTIFICACIÓN : EQ - HN - 01  
UBICACIÓN : Laboratorio

### Descripción del Termómetro del Equipo

Tipo : Digital  
Alcance de Indicación : 5 °C a 200 °C  
División de Escala : 0.1 °C

3. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Calibrado el 2021-08-20

La calibración se realizó en el LAB. DE SUELOS Y CONCRETO - INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, se usó el procedimiento PC-018 "Calibración de Medios con Aire como Medio Termostático", edición 2, Junio 2009, del SNM-INDECOPI - Perú.

5. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

	Inicial	Final
Temperatura °C	20.0	20.2
Humedad Relativa %HR	42	42

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales, reportados de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
TOTAL WEIGHT	Termómetro de indicación digital de 10 termocuplas	CC - 6319 - 2021

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

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

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



Téc. GARCÍA A. Hiram Pequeloma  
Responsable del Laboratorio de Metrología

Teléfono : (01) 622 - 5814  
Celular : 992 - 302 - 883 / 962 - 277 - 858

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

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

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



7. RESULTADOS DE MEDICIÓN

TEMPERATURA DE TRABAJO : 110°C ± 10 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación termómetros patrones (°C)										T. Prom. (°C)	Tmax-Tmin. (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	113.7	110.4	107.5	107.3	108.1	110.3	110.4	108.4	108.6	110.0	109.5	6.4
02	110.0	114.4	110.7	107.8	107.2	108.3	110.6	110.7	108.5	108.7	110.3	109.7	7.2
04	109.8	114.6	110.8	107.9	107.4	108.6	110.3	110.3	108.3	108.3	110.0	109.7	7.2
06	110.0	114.2	110.5	107.9	107.3	108.0	110.0	110.3	108.2	108.1	109.5	109.4	6.9
08	109.9	114.2	110.3	107.5	108.9	108.3	110.3	110.2	108.5	108.7	109.7	109.5	7.3
10	110.0	114.4	110.7	107.9	107.1	108.3	110.4	110.6	108.5	108.4	110.0	109.6	7.3
12	109.9	114.5	110.8	107.7	107.3	108.3	110.5	110.5	108.5	108.4	110.1	109.7	7.2
14	109.9	114.5	110.8	107.7	107.3	108.4	110.3	110.5	108.4	108.4	110.0	109.6	7.2
16	110.0	114.1	110.6	107.9	107.5	108.5	110.4	110.5	108.5	108.3	109.9	109.6	6.6
18	110.0	114.2	110.6	107.7	107.1	108.2	110.2	110.4	108.4	108.2	109.8	109.5	7.1
20	109.8	114.2	110.5	107.6	107.0	108.1	110.1	110.3	108.2	108.2	109.7	109.4	7.2
22	110.0	114.0	110.4	107.4	106.8	108.0	110.0	110.0	108.1	107.9	109.3	109.2	7.2
24	109.8	113.4	110.0	107.1	106.6	107.7	109.7	109.8	107.7	107.7	110.0	109.0	6.8
26	110.0	113.7	110.4	107.5	107.3	108.1	110.3	110.4	108.4	108.6	110.0	109.5	6.4
28	110.0	114.4	110.7	107.8	107.2	108.3	110.6	110.7	108.5	108.7	110.3	109.7	7.2
30	110.0	114.6	110.8	107.9	107.4	108.6	110.3	110.3	108.3	108.3	110.0	109.7	7.2
32	109.8	114.2	110.5	107.9	107.3	108.0	110.0	110.3	108.2	108.1	109.5	109.4	6.9
34	110.0	114.2	110.3	107.5	108.9	108.3	110.3	110.2	108.5	108.7	109.7	109.5	7.3
36	109.9	114.4	110.7	107.9	107.1	108.3	110.4	110.6	108.5	108.4	110.0	109.6	7.3
38	109.9	114.5	110.8	107.7	107.3	108.3	110.5	110.5	108.5	108.4	110.1	109.7	7.2
40	109.9	114.5	110.8	107.7	107.3	108.4	110.3	110.5	108.4	108.4	110.0	109.6	7.2
42	110.0	114.1	110.6	107.9	107.5	108.5	110.4	110.5	108.5	108.3	109.9	109.6	6.6
44	110.0	114.2	110.6	107.7	107.1	108.2	110.2	110.4	108.4	108.2	109.8	109.5	7.1
46	109.8	114.2	110.5	107.6	107.0	108.1	110.1	110.3	108.2	108.2	109.7	109.4	7.2
48	109.8	114.0	110.4	107.4	106.8	108.0	110.0	110.0	108.1	107.9	109.3	109.2	7.2
50	110.0	114.4	110.7	107.9	107.1	108.3	110.4	110.6	108.5	108.4	110.0	109.6	7.3
52	110.0	114.5	110.8	107.7	107.3	108.3	110.5	110.5	108.5	108.4	110.1	109.7	7.2
54	110.0	114.5	110.8	107.7	107.3	108.4	110.3	110.5	108.4	108.4	110.0	109.6	7.2
56	110.0	114.1	110.6	107.9	107.5	108.5	110.4	110.5	108.5	108.3	109.9	109.6	6.6
58	109.9	114.2	110.6	107.7	107.1	108.2	110.2	110.4	108.4	108.2	109.8	109.5	7.1
60	109.9	114.2	110.5	107.6	107.0	108.1	110.1	110.3	108.2	108.2	109.7	109.4	7.2
T. PROM.	109.9	114.2	110.6	107.7	107.2	108.2	110.3	110.4	108.4	108.3	109.8	109.5	
T. MAX	110.0	114.6	110.8	107.9	107.5	108.6	110.6	110.7	108.5	108.7	110.3		
T. MIN	109.8	113.4	110.0	107.1	106.6	107.7	109.7	109.8	107.7	107.7	109.3		
DTT	0.2	1.2	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	1.0	1.0		

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114.6	0.3
Mínima Temperatura Medida	106.6	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.2	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	7.1	0.3
Estabilidad Medida (±)	0.6	0.04
Uniformidad Medida	7.3	0.3

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



Telefono: (01) 622 - 5804  
Celular: 992 - 302 - 983 / 962 - 227 - 858

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

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



LABORATORIO DE METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°224-2021 GLT  
Página 3 de 4

### 8. OBSERVACIONES

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerando, luego del tiempo de estabilización.

Las lecturas se iniciaron luego de un precalentamiento y estabilización de 2 min.

El esquema de distribución y posición de los termocuplas calibrados en los puntos de medición se muestra en la página 4.

(\*) Código asignado por G&L LABORATORIO S.A.C

Para la temperatura de 110°C

La calibración se realizó sin carga.

El promedio de temperatura durante la medición fue 110 °C.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

#### NOTA:

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del equipo durante la calibración. G&L LABORATORIO SAC. no se responsabiliza de ningún perjuicio que pueda derivarse del uso inadecuado del objeto calibrado.

Una copia de este documento será mantenido en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.



☎ Teléfono:  
(01) 622 - 5814  
☎ Celular:  
912 - 302 - 883 / 962 - 227 - 658

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

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

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



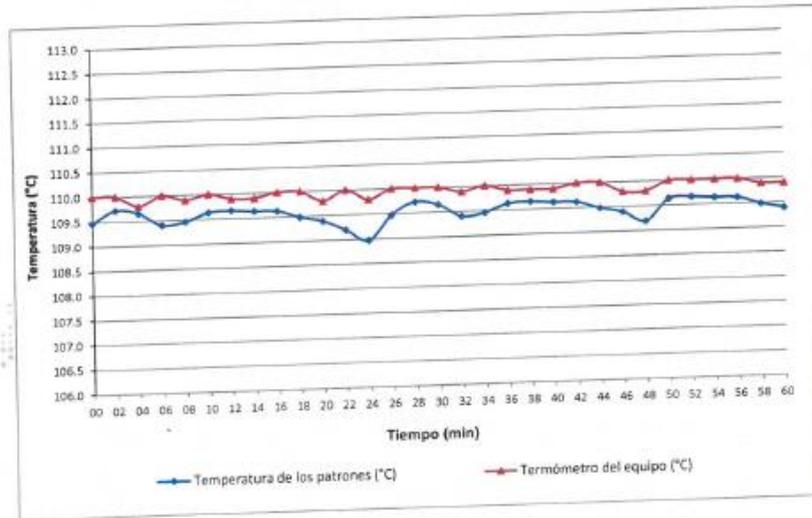
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

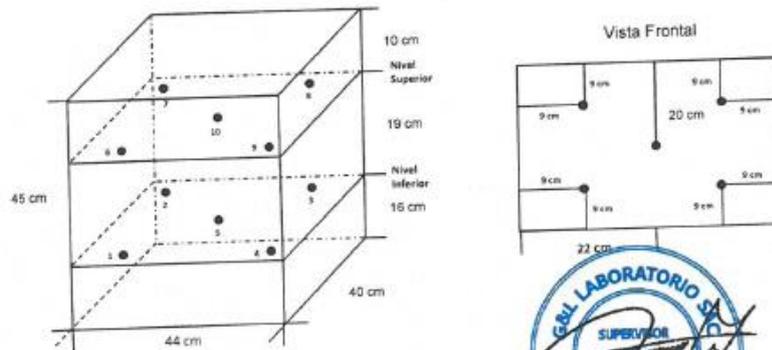


CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°224-2021 GLT  
Página 4 de 4

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO  
TEMPERATURA DE TRABAJO 110°C



UBICACIÓN DE LOS SENSORES



Los sensores se colocaron a 6 cm de altura sobre sus respectivos niveles.



Teléfono: (01) 622 - 5814  
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

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

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

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



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA

Calibration Certificate – Laboratory of Force

### OBJETO DE PRUEBA:

Instrument

**Rangos**

Measurement range

**FABRICANTE**

Manufacturer

**Modelo**

Model

**Serie**

Identification number

**Ubicación de la máquina**

Location of the machine

**Norma de referencia**

Norm of used reference

**Intervalo calibrado**

Calibrated interval

**Solicitante**

Customer

**Dirección**

Address

**Ciudad**

City

**PATRON(ES) UTILIZADO(S)**

Measurement standard

**Tipo / Modelo**

Type / Model

**Rangos**

Measurement range

**Fabricante**

Manufacturer

**No. serie**

Identification number

**Certificado de calibración**

Calibration certification

**Incertidumbre de medida**

Uncertainty of measurement

**Método de calibración**

Method of calibration

**Unidades de medida**

Units of measurement

**FECHA DE CALIBRACIÓN**

Date of calibration

**FECHA DE EXPEDICIÓN**

Date of issue

**NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS**

Number of pages of this certificate including documents attached

**FIRMAS AUFORIZADA(S)**

Authorized signature(s)

**Téc. Gilmer A. Huamán Paquioma**

Responsable del Laboratorio de Metrología

### MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

50 KN

PINZUAR LTDA.

PA - 9

051

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO - INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A

NTC - ISO 7500 - 1 ( 2007 - 07 - 25 )

Del 10% al 100% del Rango

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO  
HUAMANGA - JESUS NAZARENO  
AYACUCHO

T71P / DEF - A

5000 kgf

OHAUS / KELI

B504530209 / AGB8505

N° CC - 2046 - 2020

0.062 %

Comparación Directa

Sistema Internacional de Unidades ( SI )

2021 - 08 - 20

2021 - 08 - 23

Pág. 1 de 3

3

Téc. Gilmer A. Huamán Paquioma  
Responsable del Laboratorio de Metrología



Teléfono:  
(01) 622 - 5814  
Celular:  
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

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

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

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO **225-2021 GLF**  
Pág. 2 de 3

Método de Calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE  
Tipo de Instrumento: MÁQUINA MANUAL PARA ENSAYOS CBR CON INDICADOR DIGITAL

DATOS DE LA CALIBRACIÓN

Dirección de la Carga: COMPRESIÓN Resolución: 0.002 kN

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patrón				
%	kN	1 (ASC)	2 (ASC)	2 (DESC)	3 (ASC)	4 (ASC)
		kN	kN	No Aplica	kN	No Aplica
10	5.000	5.03	5.10		5.08	
20	10.00	10.01	10.08		10.12	
30	15.00	14.97	14.85		14.89	
40	20.00	19.92	19.87		20.06	
50	25.00	24.82	25.15	No Aplica	25.18	No Aplica
60	30.00	29.70	29.81		29.63	
70	35.00	34.74	35.16		35.07	
80	40.00	39.85	40.08		40.11	
90	45.00	44.99	45.22		45.02	
100	50.00	49.97	49.78		49.84	
Indicación después de Carga:		0.00	0.00		0.00	No Aplica

RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución	Incertidumbre
%	kN	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)	Relativa a (%)	Relativa U <sub>t</sub> (%) k=2
10	5.000	-1.38	1.38			0.040	0.827
20	10.00	-0.70	1.09			0.020	0.646
30	15.00	0.65	0.81			0.013	0.483
40	20.00	0.25	0.95			0.010	0.578
50	25.00	-0.20	1.44	No Aplica	No Aplica	0.008	0.926
60	30.00	0.96	0.61			0.007	0.366
70	35.00	0.03	1.20			0.006	0.736
80	40.00	-0.03	0.65			0.005	0.422
90	45.00	-0.17	0.51			0.004	0.335
100	50.00	0.27	0.38			0.004	0.245
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00		0.00	0.00	No Aplica	

Técnico de Calibración: Gilmer Huamán Poquioma

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: 26.4 °C  
Temperatura Máxima: 26.7 °C

Humedad Mínima: 35.0 %Hr  
Humedad Máxima: 35.0 %Hr



Teléfono: (01) 622 - 5814  
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 958

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

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

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



LABORATORIO DE  
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD  
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO **225-2021 GLF**

Pág. 3 de 3

#### CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

Errores relativos absolutos máximos hallados					
Exactitud a(%)	Repetibilidad b(%)	Reversibilidad v(%)	Accesorios aces(%)	Cero fe(%)	Resolución a(%) en el 20%
0,96	1,44	No Aplica	No Aplica	0,00	0,020

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE 2 Desde el 20%**

#### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

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

#### PATRONES DE REFERENCIA

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga tipo "S", con N° de Serie: B504530209 / AGB8505, con incertidumbre del orden de 0,062 % con CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CC - 2046 - 2020.

#### OBSERVACIONES

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
2. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez.
3. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre las verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso: A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
4. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
5. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
7. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6,4,2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de medición.
8. Se adjunta al presente certificado la estampilla de calibración No. 225-2021 GLF

FIRMA AUTORIZADA

Téc. **Silvia A. Huamán Pocuima**  
Responsable Laboratorio de Metrología



Teléfono  
(01) 622 - 5674  
Celular  
902 - 302 - 983 / 962 - 227 - 858

Correo  
laboratoriogyllaboratorio@gmail.com  
servicios@gylaboratorio.com

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

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



LABORATORIO DE  
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD  
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



## CERTIFICADO DE INSPECCIÓN N° 230 - 2021 GLW

Página 1 de 1

FECHA DE EMISIÓN : 2021-08-23

1. SOLICITANTE : INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

DIRECCIÓN : JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CAZUELA CASAGRANDE ELÉCTRICA DIGITAL

MARCA : PINZUAR LTDA. PROCEDENCIA : COLOMBIANA  
MODELO : PS - 11A IDENTIFICACIÓN : EQ-CC-02  
NÚMERO DE SERIE : 132 TIPO : DIGITAL  
ALCANCE DE : 0 a 999 VUELTAS UBICACIÓN : LABORATORIO  
DIV. DE ESCALA : 1 VUELTAS  
FECHA DE INSPECCIÓN : 2021-08-20

3. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN  
Procedimiento de calibración Comparación directa con patrones calibrados.

4. LUGAR DE INSPECCIÓN  
La inspección se realizó en el LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.  
JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	23.9	23.9
Humedad Relativa %HR	25	25

6. TRAZABILIDAD  
Este certificado de inspección documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

7. OBSERVACIONES  
(\* Serie indicado en una etiqueta adherida al equipo.  
El equipo cumple con la norma INV E125-07 / ASTM D 4318 / NTC 4630

8. RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Peso de la copa y el soporte	207,90	g
Espesor de la copa	1,99	mm
Profundidad de la copa	26,51	mm
Altura de la base	51,23	mm
Ancho de la base	124,97	mm
Longitud de la base	151,71	mm

  
Sr. Gualberto Huaman Poquioma.  
Responsable del Laboratorio de Metrología.

G&L LABORATORIO S.A.C

LABORATORIO S.A.C. Asegura y mantiene la trazabilidad de los patrones empleados en esta inspección.

(\*) Este certificado de inspección expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.



Telefono  
(01) 622 - 5804  
Celular  
903 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

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

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

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

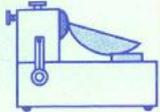
# Anexo 10. Factura de compra del aditivo terrasil

19/4/22, 14:25

:: Factura Electronica - Impresion ::

<b>BREM SAC</b> <b>BREM ENVIRONMENTAL SOLUTIONS S.A.C.</b> AV. PARQUE DE LAS LEYENDAS 258 URB. MARANGA, ET, SIETE DPTO. 301 SAN MIGUEL - LIMA - LIMA		<b>FACTURA ELECTRONICA</b> <b>RUC: 20550553431</b> <b>E001-411</b>			
Fecha de Emisión :	19/04/2022	Forma de pago : Contado			
Señor(es) :	INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.				
RUC :	20600546121				
Dirección del Cliente :	JR. CIRO ALEGRIA 416 SEC. LAS NAZARENAS AL COSTADO DE COMISARIA NAZARENAS AYACUCHO-HUAMANGA-JESUS NAZARENO				
Tipo de Moneda :	DOLAR AMERICANO				
Observación :					
Cantidad	Unidad Medida	Código	Descripción	Valor Unitario	ICBPER
1.00	KILOGRAMO	001	ADITIVO ESTABILIZADOR DE SUELOS BASADO EN NANOTECNOLOGIA COMPUESTO POR ORGANOSILANOS -TERRASIL / TESIS TITULO: ADICION DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS-YANAYACU, AYACUCHO, 2022	18.00	0.00
Valor de Venta de Operaciones Gratuitas :		\$ 0.00			
<b>SON: VEINTIUNO Y 24/100 DOLAR AMERICANO</b>					
		Sub Total Ventas :		\$ 18.00	
		Anticipos :		\$ 0.00	
		Descuentos :		\$ 0.00	
		Valor Venta :		\$ 18.00	
		ISC :		\$ 0.00	
		IGV :		\$ 3.24	
		ICBPER :		\$ 0.00	
		Otros Cargos :		\$ 0.00	
		Otros Tributos :		\$ 0.00	
		Monto de redondeo :		\$ 0.00	
		Importe Total :		\$ 21.24	
Esta es una representación impresa de la factura electrónica, generada en el Sistema de SUNAT. Puede verificarla utilizando su clave SOL.					

Anexo 11. Boleta de pago



# INGEONAX

DE MOROTE ARIAS MAXWIL ANTHONY

**INGENIERÍA GEOTÉCNICA AL MÁXIMO**

- Laboratorio de mecánica de suelos. - Consultorías.  
- Laboratorio de tecnología del concreto. - Obras Civiles.

Call. Santa Clara N° 170 - Huamanga - Ayacucho - Cel. #999526400  
Sucursal: Jr. Santos Chocano N° 104 - Jesus Nazareno

**R.U.C. 10434826018**

**BOLETA DE VENTA**

001- N° 007533

<b>SEÑORES:</b>	GARCIA CISNEROS ALICIA MONICA / LUDEÑA CARDENAS WILINTON	<b>DÍA</b>	<b>MES</b>	<b>AÑO</b>
<b>DIRECCIÓN:</b>	URB. JOSE ORTIZ VERGARA Hz N 117.	<b>D.N.I.</b>	70086245	21 05 2022

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO	IMPORTE
07	ENSAYOS DE GRANULOMETRIA	50.00	350.00
19	ENSAYOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD	10.00	190.00
19	ENSAYOS DE LIMITES DE CONSISTENCIA	50.00	950.00
15	ENSAYOS DE PROCTOR MODIFICADO	100.00	1,500.00
15	ENSAYOS DE CBR	250.00	3,750.00
	PARA LA TESIS: "ADICIÓN DEL TERRASIL Y CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SOCOS - YANAYACU, AYACUCHO 2022"		}
		<b>TOTAL S/</b>	<b>6,740.00</b>

**A-1** MULTISERVICIOS E INVERSIONES S.A.C.  
R.U.C. N° 2010434826018  
Jr. Tres Máscaras No 576 - Ayacucho  
Cero 011 - 06 7801 al 8000 - Aut. Imp. 012608243 - Ff. 16-06-2014

Bujal

CANCELADO

USUARIO