



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Aplicación de ceniza de madera de fondo para estabilizar  
la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho

2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Chavez Malca, Dianee ([orcid.org/0000-0001-6987-5305](https://orcid.org/0000-0001-6987-5305))

Malca Ore, Edwin ([orcid.org/0000-0001-5837-1996](https://orcid.org/0000-0001-5837-1996))

**ASESOR:**

Mg. Solar Jara, Miguel Angel ([orcid.org/0000-0002-8661-418x](https://orcid.org/0000-0002-8661-418x))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2021**

### **DEDICATORIA:**

A nuestros padres: Doris y Rodrigo; Herminia y Teodoro, quienes son los artífices para nuestro desarrollo personal y profesional enseñándonos a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento, han aportado a todo lo que somos como persona, nuestros valores, principios, perseverancia y empeño, y de manera muy especial a Hersy que Dios te tenga en su gloria, gracias por compartir tu vida con nosotros siempre te vamos amar.

### **AGREDECIMIENTO:**

Mi Gratitude a los catedráticos de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura,

De manera especial agradezco al MAG. MIGUEL ANGEL SOLAR JARA, asesor de Tesis, por apoyarnos para realizar esta tesis bajo su dirección, Le agradecemos el habernos facilitado siempre los medios suficientes para realizar todas las actividades propuestas durante el desarrollo de la tesis. Las ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, han sido la clave del buen trabajo que hemos realizado juntos, el cual no se puede concebir sin su siempre oportuna participación. Muchas gracias Ingeniero.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA:.....	II
AGREDECIMIENTO: .....	III
RESUMEN .....	X
ABSTRACT .....	XI
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	9
III. METODOLOGÍA .....	33
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	34
3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN .....	36
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO .....	37
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	38
3.5. PROCEDIMIENTO .....	40
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS .....	41
3.7. ÉTICA EN LA INVESTIGACIÓN .....	41
IV. RESULTADOS.....	42
V. DISCUSIÓN .....	62
VI. CONCLUSIONES .....	70
VII. RECOMENDACIONES .....	72
REFERENCIAS .....	74
ANEXOS: .....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMICES ASTM NORMA (MTC E-104-2000)..	43
TABLA 2. DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE MUESTRA Y A SU VEZ LIMITES DE CONSISTENCIAS EN LAS DOS MUESTRAS. ....	44
TABLA 3. LÍMITE DE CONSISTENCIA. ....	44
TABLA 4. COMPACTACIÓN DE MOLDES SN100%.....	46
TABLA 5. CUADRO CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) PARA 0.1 PULG. DE PENETRACIÓN SN100%.....	46
TABLA 6. CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) SUELO NATURAL SN100% .....	46
TABLA 7. COMPACTACIÓN DE MOLDE SN95% + CF5%.....	47
TABLA 8. CUADRO CBR PARA 0.1 PULG. DE PENETRACIÓN SN95% + CF5% .....	47
TABLA 9. CBR SUELO NATURAL SN95% + CF5% .....	48
TABLA 10. COMPACTACIÓN DE MOLDES SN85% + CF15% .....	48
TABLA 11. CUADRO CBR(CALIFORNIA BEARING RATIO) PARA 0.1 PULG. DE PENETRACIÓN SN85% + CF15%.....	49
TABLA 12. CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) SUELO NATURAL SN85% + CF15% .....	49
TABLA 13. COMPACTACIÓN DE MOLDES SN75% + CF25% .....	50
TABLA 14. CUADRO CBR PARA 0.1 PULG. DE PENETRACIÓN SN75% + CF25% .....	50
TABLA 15. CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) SUELO NATURAL SN75% + CF25% .....	50
TABLA 16. RESUMEN DE CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) CON LAS DOSIFICACIONES. ....	51
TABLA 17. CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) 100% .....	51
TABLA 18. CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) 95%.....	52
TABLA 19. ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MUESTRA DE SUELOS. ....	53
TABLA 20. RESULTADOS RESISTENCIA. ....	53

TABLA 21. RESUMEN DE ENSAYOS DE PROCTOR MODIFICADO.....	54
TABLA 22. DATOS UTILIZADOS PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS.....	55
TABLA 23. “ENSAYO DE CORTE DIRECTO PARA UNA DOSIFICACIÓN DE S100%”.....	55
TABLA 24. RESULTADOS DE COHESIÓN Y ANGULO DE FRICCIÓN S100%.....	56
TABLA 25. ENSAYO DE CORTE DIRECTO PARA UNA DOSIFICACIÓN DE: SN95% + CF5%.	56
TABLA 26. RESULTADOS DE COHESIÓN Y ANGULO DE FRICCIÓN SN95% + CF5%.....	57
TABLA 27 ENSAYO DE CORTE DIRECTO PARA UNA DOSIFICACIÓN DE: SN85% -CF15%.	57
TABLA 28. RESULTADOS DE COHESIÓN Y ANGULO DE FRICCIÓN SN85% -CF15%.....	58
TABLA 29. ENSAYO DE CORTE DIRECTO PARA UNA DOSIFICACIÓN DE SN75% -CF25%.	58
TABLA 30. RESULTADOS DE COHESIÓN Y ANGULO DE FRICCIÓN SN85% -CF15%.....	59
TABLA 31. COHESIÓN Y ANGULO DE FRICCIÓN: .....	59
TABLA 32. RESUMEN DE ESFUERZO CORTANTE .....	60

## Índice de Figuras

FIGURA 1: PROCESO PRODUCTIVO DEL LADRILLO ARTESANAL. ....	20
FIGURA 2. PROPIEDADES DE PLASTICIDAD (ÍNDICE DE PLASTICIDAD) DEL SUELO ARCILLOSO .....	21
. FIGURA 3. TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE ACUERDO “CLASIFICACIÓN DE SUELOS NORMA ASTM D422” .....	21
FIGURA 4: CONFIGURACIÓN ESPACIAL DE LOS MINERALES DE ARCILLA. (WHITLOW, 2015) .....	23
FIGURA 5. NORMA ASTM: TAMICES .....	24
FIGURA 6. VALORES DE LA PROFUNDIDAD EFECTIVA FUNDAMENTADA EN HIDRÓMETRO Y CILINDRO DE SEDIMENTACIÓN DE DIMENSIONES ESPECÍFICAS.....	25
FIGURA 7. VALORES DE LA PROFUNDIDAD EFECTIVA FUNDAMENTADA EN HIDRÓMETRO Y CILINDRO DE DIMENSIONES ESPECÍFICAS. ....	26
FIGURA 8. VALORES DE CONSTANTE PARA LA VARIACIÓN POR TEMPERATURA DE LAS LECTURAS DEL HIDRÓMETRO.....	27
FIGURA 9. VALORES DE “K” PARA EL ANÁLISIS DEL DIÁMETRO DE PARTÍCULAS EN EL ANÁLISIS HIDROMÉTRICO. ....	28
FIGURA 10. VALORES DE COEFICIENTES DE CORRECCIÓN PARA DIFERENTES PESOS ESPECÍFICOS DE LAS PARTÍCULAS DEL SUELO .....	28
FIGURA 11: LÍMITE DE ATTERBERG (CARTA DE PLASTICIDAD) (CONANMA 2016) .....	30
FIGURA 12. CLASIFICACIÓN DE SUELOS .....	31
FIGURA 13. INDICADORES Y GRADOS DE MEDIDA PARA LA OPERACIONALIZACIÓN .....	37
FIGURA 14. CONFIABILIDAD .....	39
FIGURA 15 VALIDEZ .....	40
FIGURA 16. PRUEBAS DE LABORATORIO .....	40

<b>FIGURA 17. ETAPAS EL ANÁLISIS DE DATOS.....</b>	<b>41</b>
<b>FIGURA 18. LÍMITE DE CONSISTENCIA. ....</b>	<b>44</b>
<b>FIGURA 19. CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) SUELO NATURAL SN100%.....</b>	<b>47</b>
<b>FIGURA 20. CBR SUELO NATURAL” SN95% + CF5%.....</b>	<b>48</b>
<b>FIGURA 21. CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) SUELO NATURAL SN85% + CF15%.....</b>	<b>49</b>
<b>FIGURA 22. CBR SUELO NATURAL SN75% + CF25% .....</b>	<b>51</b>
<b>FIGURA 23. CALIFORNIA BEARING RATIO AL 100% .....</b>	<b>51</b>
<b>FIGURA 24. CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) AL 95% .....</b>	<b>52</b>
<b>FIGURA 25. RESISTENCIA .....</b>	<b>53</b>
<b>FIGURA 26. ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO .....</b>	<b>54</b>
<b>FIGURA 27. PRUEBA ENSAYADA DE CORTE DIRECTO SN100%.....</b>	<b>56</b>
<b>FIGURA 28. PRUEBA ENSAYADA DE CORTE DIRECTO SN95% + CF5%.....</b>	<b>57</b>
<b>FIGURA 29. PRUEBA ENSAYADA DE CORTE DIRECTO SN85% -CF15%.....</b>	<b>58</b>
<b>FIGURA 30. PRUEBA ENSAYADA DE CORTE DIRECTO SN75% -CF25%.....</b>	<b>59</b>
<b>FIGURA 31. CORTE DIRECTO.....</b>	<b>60</b>
<b>FIGURA 32. RESUMEN FUERZA CORTANTE.....</b>	<b>61</b>
<b>FIGURA 33. CONTENIDO DE HUMEDAD Y LÍMITE DE CONSISTENCIA. AUTOR MAMANI Y YATACO (2017)” .....</b>	<b>63</b>
<b>FIGURA 34. GRAFICA COMPARATIVA PARA LIMITE DE CONSISTENCIA.....</b>	<b>65</b>
<b>FIGURA 35. “CUADRO RESUMEN DE CBR AL 100% PARA HUANCOILLO (2017)” .....</b>	<b>65</b>
<b>FIGURA 36. CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)” 100% .....</b>	<b>66</b>
<b>FIGURA 37. “DATOS UTILIZADOS PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS PARA MAMANI Y YATACO (2017)” .....</b>	<b>67</b>



**FIGURA 38. “CUADRO RESUMEN DE ESFUERZO CORTANTE PARA MAMANI Y YATACO  
(2017)” ..... 67**

## RESUMEN

Esta tesis lleva como título: “Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021”, teniendo como objetivo principal estabilizar el suelo con cenizas de madera en la Avenida Mariscal Cáceres, del Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga, Región Ayacucho.

El diseño de investigación de acuerdo a la técnica de contrastación del proyecto es una investigación no experimental: Correlacional.

La población y la muestra es el área del terreno a tratar en la Avenida Mariscal Cáceres. Los instrumentos que son protocolos estandarizados para recoger los resultados de manera directa y confiable de los siguientes ensayos: MTC E 107-200 (granulometría) ASTM D 422, MTC E1090 - 200 (límite plástico e índice de plasticidad) ASTM D 4318, MTC E115 – 2000 (Próctor modificado) ASTM D 1557, MTC E 132- 2000 (CBR) ASTM D 1883.

Concluyendo que, si es posible la estabilización del suelo en la Avenida Mariscal Cáceres adicionando cenizas de madera, y que mediante los ensayos realizados en el laboratorio de mecánica de suelos con las muestras del suelo extraídas en la Avenida Mariscal Cáceres se observa las mejoras de las propiedades del suelo conforme se aumenta la cantidad de cenizas de madera de acuerdo a las 4 dosificaciones realizadas (SN100%, SN95% + CF5%, SN85% + CF15% y SN75% + CF25%)

**Palabras Clave:** Cenizas de madera, estabilización de suelos, propiedades del suelo

## **ABSTRACT**

This thesis is entitled: “Background Wood Ash Application to stabilize the subgrade on Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021”, with the main objective of stabilizing the soil with wood ash on Avenida Mariscal Cáceres, District of Ayacucho, Province from Huamanga, Ayacucho Region.

The research design according to the contrasting technique of the project is a non-experimental investigation: Correlational.

The population and the sample is the area of the land to be treated on Avenida Mariscal Cáceres. Instruments that are standardized protocols to directly and reliably collect the results of the following tests: MTC E 107-200 (particle size) ASTM D 422, MTC E1090 - 200 (plastic limit and plasticity index) ASTM D 4318, MTC E115 - 2000 (Modified Proctor) ASTM D 1557, MTC E 132-2000 (CBR) ASTM D 1883.

Concluding that, if it is possible to stabilize the soil on Avenida Mariscal Cáceres by adding wood ash, and that through the tests carried out in the soil mechanics laboratory with the soil samples extracted on Avenida Mariscal Cáceres, improvements in the soil properties as the amount of wood ash increases according to the 4 dosages made (SN100%, SN95% + CF5%, SN85% + CF15% and SN75% + CF25%)

Key Words: Wood ash, soil stabilization, soil properties

# **I. INTRODUCCIÓN**

**A nivel internacional,** “Se ha investigado y demostrado el uso de la ceniza de fondo provenientes de la incineración, siendo una alternativa, conseguir la reutilización como sub producto de materiales de construcción y la estabilización de sub bases o bases mediante la utilización de productos cementosos, para dar firmeza a la superficie de rodadura optimizando así las propiedades físicas de las mezclas asfálticas” (Xue et al., 2009). El uso de ceniza de fondo como un procedimiento de recuperación de materiales reciclables en combinación con otros aditivos es usado como una alternativa de material cementoso en construcción de pavimentos, la ceniza de fondo está tomando más protagonismo por el aumento de la producción de residuos sólidos, con el incremento de la producción de cenizas de fondo y volantes, los cuales de ser reaprovechados deberán tratarse evitándose futuros incidentes medioambientales. “Incorporar ceniza de fondo a suelos aporta cohesión, incrementa la capacidad portante y la resistencia esfuerzos de flexotracción, por lo cual cumple las especificaciones con respecto a suelos estabilizados de la normativa española; la ceniza acompañada de la cal potencia su propiedad puzolánica; dando como resultado un aumento en la capacidad portante; la mezcla de la ceniza y la cal acrecienta el límite líquido de los suelos, y disminuye el índice de plasticidad, transformando la conducta en suelos de arcillosos a limosos” (Esteban López López, 2013). “Al realizar la combinación de ceniza volante y ceniza de fondo triturada se puede observar que se carbonatan a mayor incremento y presentaba menor resistencia a la reunión de fuerzas de peso a comparación de la similitud sin residuos” (San Juan y Argiz, 2013, p. 92).

**A nivel nacional,** según Durán (2016) nos menciona que:

“Efectuó un análisis experimental, con la utilización de escoria de madera, para poder rehabilitar suelos de tipo arenoso, los ensayos de firmeza que se realizaron son los siguientes: compresión sencilla y triaxial, con la muestra de tipo de superficie arenoso y escoria de madera el cual fue reciclado de las ladrilleras artesanales, que permitió unificar la mejora en los atributos físicos - mecánicos del adoquinado arenoso” (p. 6).

El Perú, nuestro país, “La central térmica a vapor ILO21 de Ener Sur, comenzó a usar el carbón en la y para el 2002 el empleo del carbón mineral se elevó a 307,660 Tn para poder generar energía eléctrica; es así que la planta termoeléctrica Ilo 21 obtiene el recurso para poder generar calor en, trayendo como resultado la generación de escorias y cenizas en su proceso industrial, que podrían tener otro uso en el ámbito de la construcción como materiales reutilizables” (Pérez, 2012, p. 26).

Así mismo en el Perú, la fabricación de ladrillos es una práctica masificada de manera artesanal, habiéndose identificado más de los 2000 ladrilleras aproximadamente, lo cual trae como resultado la generación de residuo de madera de fondo la misma que es tomada en cuenta en muchos países y en nuestro ámbito como un resto orgánico proveniente de la incineración de materiales como el eucalipto, algarrobo, residuos orgánicos de la caña de azúcar, residuos orgánicos de pila de arroz, entre otros, aprovechados en mencionada actividad artesanal.

En la actualidad estos materiales por su naturaleza son considerados desechos orgánicos como fuente principal de contaminación medioambiental “Según otras investigaciones realizadas en la utilización de cenizas de fondo (CF) han reemplazado agregado en la elaboración de morteros con poca estabilidad y firmeza, al mismo tiempo se ha considerado la alternativa de producir hormigones” (ISM, 2011, p. 23).

En el ámbito nacional, la infraestructura vial está en incremento, pudiendo edificar caminos vecinales al interior del país, sin embargo, estos caminos se encuentran deteriorados, pues es inevitable la presencia de lluvias intermitentes, lo cual es preocupante, pues conlleva al bajo desarrollo y baja calidad de vida de los pueblos por la falta de oportunidades responsabilizando principalmente a sus autoridades por no asistir e intervenir para superar esta problemática.

**A nivel local**, “Se hicieron calicatas para realizar una investigación en las muestras de la superficie en Mariscal Cáceres; en la primera calicata nombrada C-1, el cual fue localizado a 2.20 m de profundidad, el componente utilizado de relleno fue un suelo arcilloso-limoso de mediana plasticidad” (ISM, 2011, p. 35).

La Avenida Mariscal Cáceres, será intervenida con un proyecto de mejora en la carpeta asfáltica por presentar grietas, piel de cocodrilo, baches y polvorera, pues por partes la carpeta asfáltica es inexistente. Ayacucho no es ajena al crecimiento exponencial que se viene dando a nivel nacional, lo cual se refleja en un parque automotor amplio, lo cual genera accidentes automovilísticos y malestar en la población. El trabajo de parchado, y reposición en algunos tramos de la vía es insuficiente pues el paso de vehículos de gran tonelaje forma daños irreversibles en el pavimento de esta parte de la ciudad. Según trabajos elaborados en zona aledañas al ámbito de intervención, Ayacucho es de tipología arcillosa con partículas de limo; siendo el material predominante la arcilla el cual es menor a 0.002 mm, las consecuencias de contar con esta propiedad es que resulta baja permeabilidad y alto índice de retención de agua.

A nivel mundial la cantidad de restos orgánicos e inorgánicos producidos por día es alarmante, y las zonas para su disposición final es limitada. Las cenizas de fondo por sus propiedades y características es un material no dañino para el medio ambiente, por lo que su uso en mezclas de mejoramiento podría ser útil en agregados, a diferencia de la ceniza volantes.

Arias (2014), nos señala que “Se fundamenta en la descripción de manera amplia sobre la perspectiva del fin del estudio realizado, lo que nos permitirá vislumbrar mejor su origen y absolver algunas interrogantes que se hayan podido generar” (p. 41).

Acorde a la problemática de la infraestructura vial que existe nuestro país, la intención principal de la indagación realizada es forjar alternativas que permitan soluciones para estabilizar suelos arcillosos, la incorporación de ceniza de madera de fondo para proporcionar mayor firmeza y estabilidad al suelo, formando así mayor beneficio económico, social y ambiental. Es así que se traza el **problema general**, ¿Cómo favorece la incorporación de ceniza madera de fondo en la estabilización de la subrasante en los tramos de vía Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021?

Arias (2014), indica: “Las preguntas planteadas deben de tener correlación entre ellas” (p.41).

Para una identificación de los “**problemas específicos**” es necesario emplear términos puntuales en el estudio de investigación, es así que el estudio realizado proporcionará respuestas a las siguientes interrogantes: ¿Cuál es la granulometría de fracción fina en el tamiz N°200 de la ceniza de madera de fondo y de la muestra representativa en la Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021?, ¿Cuál es el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca de la subrasante con y sin adición de ceniza de madera de fondo en la Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021?, ¿Cuál es la resistencia y el ángulo de fricción de la muestra de suelo con adición de ceniza de madera de fondo para estabilizar la subrasante en la Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021?

En consecuencia el estudio realizado se “**justifica**” en la incorporación de ceniza de madera de fondo lo cual proporcionar mayor firmeza y estabilidad en los suelos arcillosos, y así poder contribuir en la industria de la ingeniería vial, en el aspecto ambiental y económico, siendo una alternativa de solución económica utilizar ceniza de madera de fondo para proporcionar mayor firmeza al terreno de la subrasante para la Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho, lo cual pueda ser considerada por las autoridades correspondientes el proyecto de investigación como una mejor opción para optimizar la factibilidad en la infraestructura vial y



acrecentar el bienestar de la población. “**Justificación teórica**”, El presente trabajo se realizó bajo intención en incrementar las características y propiedades geotécnicas del suelo que tienen un alto contenido de arcilla, se busca restablecer la estabilidad de suelos arcillosos mediante la utilización del residuo de madera de fondo, el cual tiene propiedad cementosa. “**Justificación ambiental**”, al ser un material que se puede volver a reutilizar, en el trabajo de investigación fue empleado como un estabilizador químico de la subrasante en estudio, el cual será incorporado a la muestra de suelo de tipo arcilla limoso a fin de incrementar las propiedades físico -mecánicas, para posteriormente evaluar a través del ensayo de próctor modificado”. (MEM, RD 18-2016-MTC/14) y corte directo y de esta manera se pueda contribuir a mitigar el impacto ambiental. “**Justificación económica**”, esta investigación podrá contribuir en determinar, analizar y buscar alternativas de solución ante las dificultades que tiene la subrasante en la Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021, el que podrá ser utilizado por la Municipalidad de Huamanga como una opción para reducir costos y obtener resultados positivos. “**Justificación social**”, con el estudio realizado en la investigación podemos analizar las características del suelo y será caracterizado de una forma precisa, conocer el nivel de daño que pueda tener el asfalto y así mejorar los caminos en pro de población.

Arias (2014) nos señala, “Se pretende obtener, proposición en el cual se manifiesta lo que se desea entender, y pueda generarse respuesta al problema que se ha proyectado al inicio de la investigación” (p. 43).

Según información recopilada no existe evidencia de los beneficios de la ceniza de fondo de madera en Lima, al ser considerada como material de residuo es eliminada como desmonte, por ende, es de gran importancia considerar como una buena alternativa para ser utilizado en la infraestructura vial debido a que los costos se reducirán. “**El objetivo general**”, del presente estudio es evaluar de la forma como contribuye las combinaciones con el incremento de la ceniza de madera de

fondo en la estabilización de la subrasante en la Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021.

Arias (2014) nos menciona que “Los objetivos señalan con precisión las definiciones, dimensiones y variables los cuales, los cuales serán analizados, estos no permitirán conseguir el objetivo general” (p. 45).

Para poder lograr el objetivo general es importante tener en cuenta los “**objetivos específicos**” los cuales son mencionados a continuación: Establecer como se realiza la disposición de la fracción fina en el tamiz N° 200 de la escoria de madera de fondo y de la muestra del suelo en la Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021. Determinar el óptimo porcentaje de humedad contenida y la máxima densidad seca de la subrasante. (MEM, RD 18-2016MTC/14) con y sin incorporación de ceniza de madera de fondo en la Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021. Determinar la resistencia y el ángulo de fricción de la muestra de suelo con adición de ceniza de madera de fondo para estabilizar la subrasante en la Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021" (MEM, RD 18-2016-MTC/14).

Al realizar el análisis de la disposición en la actualidad de la infraestructura vial de la Avenida Mariscal Cáceres se pudo determinar que no se encuentra en óptimas condiciones, para ello se pretende generar algunas opciones para dar solución o mejorar las características físicas del suelo. La alternativa seleccionada implica el uso de escoria de madera de fondo como estabilizador de suelos.

Valderrama (2014) nos señala que “Es una afirmación que se asume sobre una la solución más viable a una dificultad”.

Propone la subsecuente “**hipótesis general**”, la incorporación de la ceniza de madera de fondo al suelo arcilloso favorece en la estabilizar la subrasante en la Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021.

Kerlinger (2014) sostienen que “Expresión que está en relación a las variables, el cual vincula particularmente una variable de otra” (p. 23).

De igual manera se propusieron las siguientes “**hipótesis específicas**”; las cuales serán alternativas de solución de los problemas planteados: consiguiendo tener la granulometría de la fracción fina en el tamiz N°200 de la ceniza de madera de fondo para la muestra de suelo representativa en la Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021. El óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca se vincula estrechamente adicionando ceniza de madera de fondo en la Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021. (MEM, RD 18-2016-MTC/14) El ángulo de fricción de la muestra de suelo y la resistencia se ve incrementada gracias a la incorporación de ceniza de madera de fondo lo cual se vincula significativamente para estabilizar la subrasante en la Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Con la finalidad de explicar, aclarar algunas dudas y proporcionar mayor información sobre el tema de investigación, se expone a continuación los **antecedentes en el ámbito internacional**.

**Parra (2018)**, y la publicación: “Estabilización de un Suelo con Cal y Ceniza Volante”.

El trabajo de tesis es presentado por **Parra**, describe el **nivel** que se utilizó para realizar la tesis es descriptivo explicativo, cuyo **objetivo** principal era estabilizar un suelo tipo caolín, a través de la incorporación de cal y ceniza para distintas dosificaciones de tal manera que se pueda establecer proporciones adecuadas, mediante pruebas de estabilidad que puedan tener a la compresión y tracción. El **resultado** para el ensayo de gravedad específica, de acuerdo al cálculo realizado y teniendo en cuenta la ecuación para determinar peso seco y la masa que se precisa según la cantidad que se necesita para conseguir la gravedad específica de cada material que se utilizará, demostrándose que los resultados obtenidos no se observó ningún cambio sustancial entre las variables. Para lo cual efectuó la prueba de Proctor estándar en una muestra de suelo (caolín), se obtuvo como resultado:  $1.90 \text{ g/cm}^3$  de densidad seca y 19,5% Humedad óptima. Se llevó a cabo la resistencia a la compresión para estabilizar el suelo con cal viva, se realizó la incorporación de diferentes dosificaciones del material al 2%, 4%, 6% y 8% según el estudio realizado podemos determinar que la cal cuando entra en contacto con la humedad experimenta un incremento en su resistencia. Al adicionar cal en diferentes dosificaciones a la muestra de suelo y al hacer una comparación con la muestra control del 100% de caolín, se puede observar que experimenta una mejoría, al adicionar cal al 4%, le sigue la del 6%, 8% y 2%. Al realizar el análisis de la estabilización de la muestra de suelo al agregarle ceniza volante, se puede verificar la resistencia a la compresión en los cuerpos de prueba al incorporarle ceniza volante al 2%, 4%, 6% y 8% y con la muestra control (100% caolín) da como resultado que la ceniza volante mejora las características de la estructura del suelo, la cal viva no tiene la propiedad de retener la humedad mediante una reacción química (exotérmica), en comparación a la muestra control, es menor en los porcentajes de 2% y 4% hace que se mantenga la resistencia y posteriormente decrece. **conclusión** Según el análisis realizado se determinó que indistintamente

a la dosificación de aplicación de cal química, evidencia el incremento de la firmeza en las diferentes muestras de suelo, debido a ello se puede determinar que este material tiene la propiedad de proporcionar mayor estabilidad química y física en suelos que contienen mayor cantidad de arcilla. (p. 73)

**Cobos, Ortegón y Peralta (2019)**, y su publicación: “Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con ceniza provenientes de Cáscara de Coco y Cisco de Café”.

Propuesta con **Cobos, Ortegón y Peralta** para ostentar el título profesional de Ingeniería Civil en el país de Colombia. Para este estudio el **nivel** de investigación es descriptivo correlacional, el **objetivo** principal es determinar las características geotécnicas de los suelos que son de origen volcánico los cuales son estabilizados con ceniza procedente de la incineración de la cáscara de coco y cisco de café para ello se tendrá que realizar la identificación de las propiedades específicas de la ceniza de la cascará de coco, cisco café y del suelo representativo en estudio; determinar las propiedades físicos y mecánicos de la mezcla que se obtendrá de suelo más ceniza de biomasa; realizar patrones comparativos de los resultados obtenidos. El **resultado** que se obtuvo tras los diferentes ensayos fueron los siguientes: el contenido de materia orgánica es baja de acuerdo a las normas establecidas, al realizarse los ensayos de granulometría la evaluación al ser secados en un horno con temperaturas de 50°C permanente y que tenga una humedad natural, se obtuvo un porcentaje de grava (0.00%), arena (54.87%) y finos (45.13%). Posteriormente se realizó el ensayo del Limite de Atterberg que permitió determinar los siguientes parámetros: límite plástico (52,22%), límite liquido (87,81%) y un índice de plasticidad (35,58%), según los resultados la muestra de suelo es limoso y de alta plasticidad. Seguidamente al realizar la prueba de compactación se analizó el suelo, se tomó en consideración dos parámetros, la primera muestra secada en un horno a temperatura constante de 50°C y con la humedad natural de la muestra de suelo, se logró obtener una humedad adecuada en compactación del suelo secado al horno del 30% y una densidad seca máxima de 12,234 g/cm<sup>3</sup>, en la segunda ejemplar de suelo que fue secada al 25% y el resultado que se obtuvo en la densidad seca máxima fue 10,167 gr/cm<sup>3</sup>. Posteriormente estos resultados obtenidos de la muestra húmeda se pudo realizar

el ensayo de CBR, obteniendo como resultado un porcentaje promedio de compactación mayor al 100% debido a la incorporación del 15% de la biomasa. Según los resultados determinamos que al emplear la ceniza de cascara de café y cascara de coco, tienen la propiedad de ser un material cementante el cual potencia las características físicas del suelo. (pp. 82-85)

**González (2014)**, de acuerdo a la investigación: “Estabilización mecánica de suelos cohesivos a través de la utilización de Cal – Ceniza Volante”.

Propuesta y sustentada por **González**. Para esta investigación el **nivel** de investigación es descriptivo, cuyo **objetivo** es establecer factibilidad de estabilizar suelos que sean cohesivos incorporando ceniza volante más cal, se realizó estudios que permitan identificar las variaciones de las particularidades físicas mecánicas de los suelos cohesivos, determinar la adecuada dosificación del suelo, ceniza volante más cal para estabilizar el suelo. Según el **resultado** de Proctor Modificado se pudo observar que, al incorporarle mayor proporción de ceniza volante a la muestra, la densidad seca máxima se incrementa, la humedad óptima es menor en la muestra con mayor cantidad de ceniza volante. El porcentaje de CBR es mayor en la muestra que contiene mayor cantidad de cal esto se debe a que al tener menor plasticidad puede soportar mayor esfuerzo cortante dando como resultado una mejora de hasta 400%. Se llegó a la **conclusión** que según los ensayos realizados se obtuvo mejor resultado del valor soporte normal de suelo en la muestra que contenía un 80% de suelo, 5% de cal y 15% de ceniza volante, la estabilización con cal y ceniza volante no produjo resultados de consideración en la permeabilidad del suelo, la utilización de cal y ceniza volante para estabilizar el suelo cohesivo nos dio un resultado positivo esto se debería a que el CBR se incrementó en un 95%, cuatro veces el valor inicial. (p. 75)

**Morales (2015)**, para la investigación: “Valorización de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas”.

Propuesta por **Morales**. Para esta investigación el **nivel** de investigación es descriptivo correlacional, el **objetivo** es evaluar los resultados obtenidos del método de curado y como este influye en las características físico - mecánicas del suelo al adicionar ceniza de carbón debido a sus propiedades alcalinas, para poder determinar cuáles son las mejores condiciones para su utilidad en vías que no han sido pavimentadas para ello se realizó ensayos Proctor modificado, la humedad óptima para la obtención de la densidad máxima de la mezclas que serán evaluadas, se realizó un diagnóstico de la resistencia mecánica a través de pruebas de resistencia a la compresión no confinada de las mezclas a evaluar, establecer los efectos que tiene la temperatura, humedad y tiempo de curado en la resistencia de las mezclas. El **resultado** se obtuvo de acuerdo a los diferentes ensayos, se realizó la prueba granulométrica de acuerdo a la norma AASHTO el cual se realizó para la clasificación de suelos, obteniéndose tres tipos de muestras: la arenilla que pertenece al grupo de A-1b siendo un material de arena gruesa, la arcilla se ubica en el grupo A-7-6, nos indica que es un material fino arcilloso plástico y el suelo Urao A-7-5 se clasifica como material con índices de plasticidad moderada. En el ensayo de Proctor Modificado pudimos comprobar que al incorporarle mayor cantidad de residuo de carbón a las diferentes muestras evaluadas la humedad optima se reduce. Cuando se realizó el análisis de resistencia a la compresión no confinada se pudo corroborar que cuando se adiciona ceniza de carbón a la muestra de suelo el resultado no es significativo, en cambio al incorporarle la activación alcalina (CColtejer) aumentó la resistencia. Se llegó a la **conclusión** que la dimensión de la partícula no es un componente indispensable en la resistencia de los suelos evaluados, cuando se realizó las mezclas de CC Tamizada y Coltejer se estableció el factor que tiene mayor influencia en la resistencia a la compresión es la concentración del hidróxido de sodio, debido a que la molaridad empleada es insuficiente al obtener un buen material cementante; cuando se utiliza la solución activadora con 8M, se obtuvo resistencias de 3880 kN, aumentando en 527% en relación a las muestras con cemento Pórtland. (p.73)

Para comprender mejor el tema de investigación, se muestran a continuación los **antecedentes nacionales** siguientes.



**Cabrera y Paredes (2018)**, y su investigación “Estabilización de Suelos con Cenizas de Carbón Mineral con fines de Pavimentación en el Centro Poblado de Cascajal Izquierdo, Provincia de Santa - Ancash – 2018”.

Expuesta por **Cabrera y Paredes** para ostentar el título de Ingeniero Civil. Con un **nivel** de investigación es descriptivo correlacional, cuyo **objetivo** es evaluar de qué manera influye las cenizas de carbón mineral como un aditivo en la estabilización de suelos en trabajos de pavimentación que se realizaron en el centro poblado de Cascajal Izquierdo, provincia de Santa – Ancash mediante el análisis de la estructura química de las cenizas de carbón mineral, se utilizó la clasificación de AASHTO para establecer a que grupo pertenece la muestra de suelo, también se evaluó los parámetros mecánicas y físicas de la muestra representativa incorporando 4.8% y 10% de cenizas de carbón mineral. Es así que los **resultados** obtenidos según el análisis de laboratorio el terreno contiene una muestra representativa con los siguientes componentes: Oxido de silicio, Oxido de Aluminio y Óxido de Hierro con una representación en porcentaje del 81.37%, siendo un indicativo de que la muestra tiene propiedades cementantes, el cual permite dar mayor estabilidad al suelo; según el análisis de granulometría de las muestras extraídas de las 4 calicatas encontrando en las excavaciones 1 y 2 una diversidad de partículas similares entre grava, arena y finos, en las calicatas 3 y 4 se existe un menor porcentaje de grava y en mayor cantidad de arena. Según la prueba de Limites de Atterberg, el índice de plasticidad del suelo para la calicata N° 3 es de 4% y en la calicata N° 1 es de 7% siendo este ultimo la muestra de suelo que tiene mayor plasticidad. Al aplicar los métodos conocidos para la identificación de suelos según el sistema AASHTO, adicionando la ceniza de carbón mineral de 8% y 10% a la muestra representativa se reduce índice de plasticidad, el límite líquido y plástico que beneficia la realización de proyectos de pavimentación. Al realizar el ensayo de CBR, cuando se incorpora un 10% de ceniza de carbón mineral el valor se incrementa en un 13% la cuantía del CBR (California Bearing Ratio), obteniendo así un suelo de fundación en términos de subrasante con las propiedades adecuadas. Se llegó a las siguientes **conclusiones**, por medio de la prueba de difracción de rayos x realizadas a las cenizas de carbón mineral se estableció una muestra que tiene propiedades cementantes, al realizar una evaluación de las propiedades físico - mecánicas en el terreno de fundación que se clasifico por el

grupo que pertenece el tipo de suelo mediante el método de AASHTO dando como resultado un suelo A-2-4 (arena arcillosa o limosa y grava), al incorporar las cenizas de carbón mineral al suelo estos influyen de manera positiva mejorando las propiedades física y mecánica del suelo. (p. 48)

**Huancoillo (2017)**, en la investigación: “Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané – Chupa – Puno”.

Expuesta con **Huancoillo**. El **nivel** de investigación es descriptivo correlacional, el **objetivo** de la investigación es evaluar la propiedad mecánica del suelo que fue estabilizado al incorporarle ceniza volante y cal para mejorar el terreno base de fundación del pavimento afirmado en la vía desvió entre la localidad de Huancané y la localidad de Chupa para lo cual se realizará diferentes ensayos físicos y mecánicos teniendo como finalidad cumplir con los objetivos descritos. Los **resultados** que se consiguieron al realizar las diferentes pruebas fueron las siguientes: en la prueba de granulometría la muestra tiene el 39.10% de partículas finas, 52.00% de arena y 8.9% de grava, de acuerdo a la clasificación AASTHO la muestra de representativa tiene clasificación granular A-6 (1) suelo arcilloso, los resultados de acuerdo a la ensayo de Limites de Atterberg la ceniza volante tiene una plasticidad nula y el material de cantera es un suelo arcilloso, al incorporar ceniza volante y cal al suelo permite reducir el índice de plasticidad. Al realizarse el ensayo de Próctor Modificado se obtuvo que con la adición de la ceniza volante y cal disminuye la máxima densidad seca al 5%; de acuerdo al estudio de CBR, al porcentaje de 100% la máxima densidad seca que se realizó en las diferentes combinaciones de las muestras evaluadas se pudo verificar que el valor de CBR se incrementó desde 20% hasta 117% cuando se adiciona a un material arcilloso en un 80%, ceniza volante en 15% y Cal 5%. Se llegó a las siguientes **conclusiones**, las propiedades mecánicas de suelo al adicionarle ceniza volante y cal mejoran su estabilización haciéndolo apto para su uso en los diferentes trabajos de pavimentación. (p.102)

**Landa y Torres (2019)**, según la investigación: “Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal” nos menciona.

Expuesta por **Landa y Torres**. El **nivel** de investigación es descriptivo correlacional, cuyo **objetivo** es optimizar las características físico - mecánicas de los suelos arcillosos para que puedan ser empleados en proyectos viales incorporando cal y la ceniza de bagazo para mejorar su estabilización, se realizará ensayos de análisis granulométrico, geotécnicos combinatorios del suelo natural y de los materiales estabilizadores, realizar un análisis económico de la incorporación de cal y la CBCA cuya función principal es estabilizar suelos arcillosos, determinar la combinación que sea más favorable de cal y CBCA incorporada al suelo. Los **resultados** de acuerdo a los estudios realizados son: para el análisis de granulometría el porcentaje retenido por el tamiz es de 66.6%, de acuerdo a la clasificación de SUCS (mayor al 50%) la muestra es suelo fino; los efectos de las pruebas de los límites de Atterberg en la muestra representativa el porcentaje del Limite Liquido es de 36.71%, el límite plástico 22.1% y el índice de plasticidad de 14.61%; de acuerdo con la clasificación de AASHTO corresponde al grupo A-6 siendo un suelo arcilloso siendo no apto para un suelo a nivel de subrasante; es así que se obtiene un mejoramiento óptimo de CBR de la muestra de suelo el uso de 2.5% de cal + 2.5 % de CBCA mejorara la resistencia del suelo puesto que propicia el aumento de la máxima densidad seca (MDS) con valores entre 1.34 a 2.034 g/cm<sup>3</sup> y si se reduce el porcentaje de expansión de 5.9% a 4.9% recategorizándolo como una subrasante de tipo regular. Las **conclusiones** fueron las siguientes: A través de las pruebas realizadas se verifico que se mejoró las características mecánicas del suelo aplicando Cal y CBCA y podrá ser usado como material de soporte de carretera. (p.119)

**Mamani y Yataco (2017)**, de acuerdo a su investigación “Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho” nos señala.

El cual fue presentada, por **Mamani y Yataco**, El **nivel** de investigación es descriptivo correlacional, cuyo **objetivo** es determinar su influencia que tiene la ceniza orgánica cuyo producto es obtenido de las ladrilleras que funcionan de forma artesanal, y fue utilizado en la estabilización del suelo de tipo arcilloso. Cumpliendo así con el objetivo general se efectuó diferentes tipos de evaluaciones en la muestra de suelo estabilizado, el estudio del Limites de Atterberg, el estudio de Próctor

Modificado junto a la prueba de corte directo. Los **resultados**: se obtuvieron en los diferentes estudios realizados por los diferentes tipos representativos de suelo son: la identificación del tipo de la muestra representativa del suelo utilizando el método SUCS lo cual detalla como resultado que es de tipo arcilla inorgánica de alta plasticidad, según el estudio de Proctor Modificado tubo por resultado menor valor en el contenido de humedad en la muestra representativa a una combinación de 50% de arcilla + 50% de ceniza de fondo dando como resultado una humedad óptima 23.25%, en el ensayo de Consolidación Unidimensional se realizó las dosificaciones de arcilla-ceniza (S-C) al 80%S 20%CF y 70%S 30%C donde se pudo observar que al adicionar ceniza de fondo (CF) genera que la deformación de suelo disminuya y que el esfuerzo de preconsolidación se acrecenté, de acuerdo a los resultados en el estudio de Corte directo, incorporando de ceniza de fondo (CF) sirve como estabilizador y genera un incremento en los niveles cuantificables de resistencia del suelo en un 50%. Se llegó a la conclusión que al adicionarle ceniza de fondo (CF) al suelo arcilloso reduce su plasticidad incrementando positivamente sus características físico - mecánicas del suelo. (p.84)

**Terrones (2018)**, de acuerdo a la investigación “Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el Sector Barraza, Trujillo – 2018” nos señala:

Tesis presentada por **Terrones**, con el **nivel** de investigación es descriptivo correlacional, el **objetivo** principal del estudio de investigación es evaluar la influencia que tiene al adicionarle la escoria residuo orgánico inflamable de bagazo de caña de azúcar en porcentajes de 5%, 10% y 15% en peso de la muestra representativa seco para su estabilización en el Sector Barraza-Trujillo, por medio del estudio de Proctor modificado, CBR y comprensión simple no confinada. Los **resultados** obtenidos de acuerdo al estudio de granulometría nos da como resultado que la muestra de suelo es de tipo arcilloso – limoso; según el método AASHTO la carretera que es acceso al sector Barraza han sido clasificados como suelos de tipo A-4 a A-7 y lo cual evidencia que están en un rango de pobre y muy pobre, de acuerdo al ensayo de Proctor Modificado se obtuvo la densidad máxima seca de 1.987 g/cm<sup>3</sup> , 1.940 g/cm<sup>3</sup> y 1.830 g/cm<sup>3</sup> para las calicatas 01, 03 y 05 correspondientemente, por el alto contenido de humedad que presenta, nuestro

terreno en estado originario no alcanzaría su densidad máxima; así mismo el CBR en las calicatas 01,02,03 nos dan un CBR 2.65%, 3.05% y 2.98%, siendo un indicativo de que la muestra de suelo de la zona no puede ser utilizado como subrasante debido a que el suelo no cumple con las características adecuadas para este uso, al adicionarle ceniza de residuo orgánico inflamable de caña de azúcar a la muestra representativa se obtuvo un CBR de 22.267% (subrasante muy buena); se muestra los resultados del Proctor Modificado donde evidencia la variación de la densidad máxima seca ( $\text{g/cm}^3$ ) en consecuencia de adicionar la ceniza de bagazo de caña (CBCA) en 5%, 10% y 15% al suelo en estudio. Dando como resultado un pequeño incremento de 6.07%, 7.38% y 8.00% respectivamente, en la dosificación del CBCA -S con adición de 15% de CBCA, resulta un incremento sustancial en comparación a las demás dosificaciones de suelo y ceniza de bagazo de caña de azúcar, obteniéndose una densidad máxima seca de  $2.07 \text{ gr/cm}^3$ . Al incorporarle ceniza del bagazo de la caña de azúcar se observó incrementos significativos de resistencia y estabilidad en relación a las muestras representativas sin alteraciones (muestra blanca), lo cual muestra un incremento en la densidad seca en relación al porcentaje de humedad. Según los ensayos realizados se **concluye** que al aplicar ceniza de bagazo caña de azúcar en una cantidad del 15% al suelo arcilloso cuya finalidad es mejorar su capacidad de soporte y sus propiedades mecánicas. (p. 144)

En el estudio realizado se utiliza conceptos básicos en la formulación del proyecto, con la finalidad de hacerlo más fácil su comprensión. consideramos variable independiente a la **ceniza de madera de fondo**, es el remanente producto de la combustión de madera y carbón los cuales son empleados por las ladrilleras artesanales. Estos residuos se mezclan con impurezas que tiene el combustible como son los minerales y partículas de cenizas. Aquella ceniza que se acumula al fondo del horno es producto de la incineración del carbón y la madera, la mayor parte de estos residuos es la ceniza de fondo, “En la actualidad en nuestro país podemos encontrar en funcionamiento aproximadamente 2000 hornos que se dedican a la industria de ladrillos de tipo artesanal, los cuales generan un total de 53,500 Tn/año de cenizas de fondo” (Swisscontact, 2014, p. 29).

Las principales ladrilleras de Lima se encuentran en el distrito de Lurigancho, en Huachipa, los cuales utilizan para la cocción de los ladrillos los hornos Túnel y

Hoffman con una producción de 20 millares por hora aproximadamente, de las cuales solo tres empresas tienen licencia para su funcionamiento.

En el Departamento de Lima, Distrito de Lurigancho, en Huachipa, se ubican las principales ladrilleras, utilizan para la elaboración de ladrillos los Hornos Túnel y Hornos Hoffman, con una producción de 20 millares por hora aproximadamente, del total de empresas dedicadas a este rubro, solo tres cuentan con licencia para su funcionamiento.

En el Distrito de Carabaylo se tiene el mismo caso de informalidad con las empresas ladrilleras, se encuentran cuatro ladrilleras de alta productividad y solo una de ellas presenta autorización para realizar esta actividad y tiene Estudio de Impacto Ambiental.

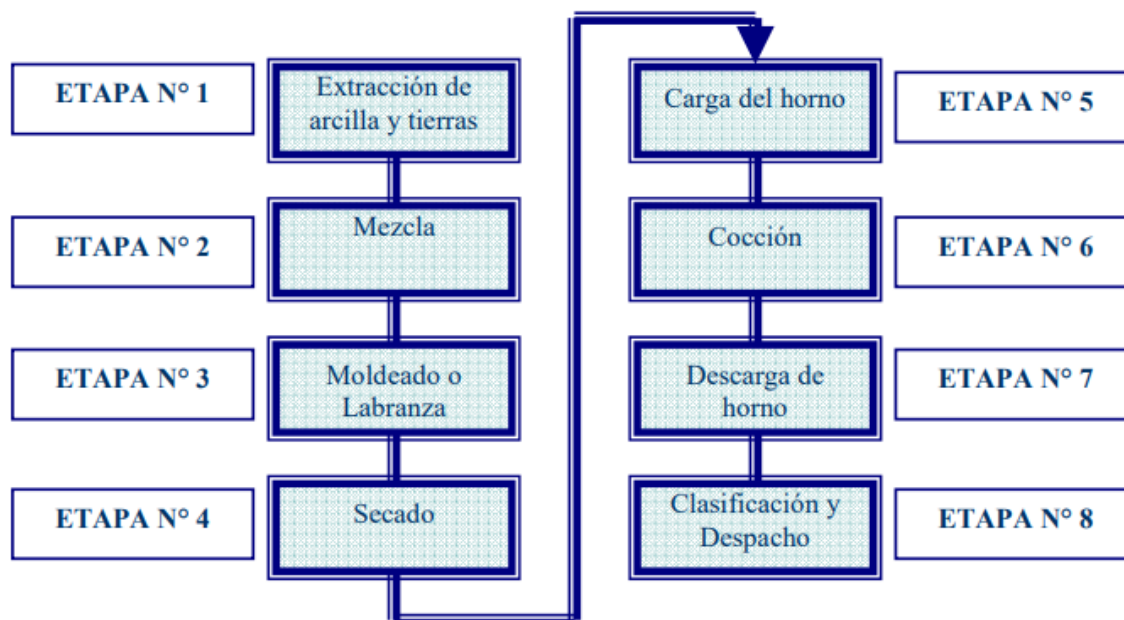
El proceso productivo en la industria de ladrillos en el departamento de Lima está dividido en dos fases siendo la primera la fabricación en crudo y como segunda fase la cocción. La primera fase lo realizan las familias y de forma artesanal, para luego ser comercializadas a las empresas de hornos Hoffman en donde se realiza la segunda fase. Cabe destacar que mucha de las empresas ladrilleras son intermediadoras en el comercio de ladrillos artesanales.

Ayacucho registra que existen 117 empresas artesanales de producción de ladrillos ubicadas en el distrito de Pacaicasa, provincia de Huamanga, el tipo de combustible que emplean en la quema de ladrillos es carbón mineral y leña, para una combustión de 30 millares utilizan dos toneladas de carbón y tres camiones de leña.

En la producción de ladrillos es importante comprender bien el funcionamiento un **horno de ladrilleras convencionales**, el horno de planta está compuesta por una galería que tiene muchas divisiones, este tipo de sistemas permiten que el fuego llegue en forma homogénea y a todos los compartimientos durante la cocción. El proceso de cocción es en forma secuencial, al realizar la cocción del material a la vez se incrementa la temperatura. Al desarrollar esta actividad de manera secuencial y de forma simultánea, se tiene una mayor producción mensual de 300 millares aproximadamente, realizando este proceso se puede ahorrar combustible e incrementar la producción.

En el **horno de ladrilleras artesanales**, la fabricación de ladrillos es en forma manual, las personas que realizan el trabajo de moldear los ladrillos generalmente son familias que desarrollan la actividad en lugares denominadas “pampas de labranza” que se encuentran ubicadas en la cercanía de las fábricas ladrilleras.

**Figura 1:** Proceso productivo del ladrillo artesanal.



Las investigaciones parten de una hipótesis que da lugar a un estudio a través de una metodología bajo una variable, en el presente trabajo de investigación tiene como **variable dependiente** a la **estabilización de subrasante**, de acuerdo a Rico y Castillo (2014) sostienen “Suceso cuya finalidad es acrecentar los atributos del suelo” (p. 15).

La finalidad primordial en la presente investigación es estabilizar el suelo mejorando sus propiedades físicas y mecánicas para que sean óptimas para la libre transitabilidad de este tramo. En la Avenida Mariscal Cáceres encontramos una clasificación de suelo de tipo arcilloso; con características deficientes tales como: el aumento de la compresibilidad del suelo debido al elevado índice de plasticidad, otra característica es su volumetría la cual es modificable según su contenido de humedad, generando así incremento en las dimensiones volumétricas del suelo conocido como inflamamiento y que al perder contenido de humedad se reflejan en aberturas conocidas como agrietamiento.

Los **suelos arcillosos**, son suelos característicos de zonas con gran precipitación con un tamaño de partículas diminutas con microporos, estos suelos tienen la propiedad de retener agua con falta de aireación, provocando dificultades de drenaje que generan encharcamientos en consecuencia la disminución de resistencia. El suelo arcilloso por sus propiedades de expansión y contracción, son de dos tipos la primera compuesta los principales minerales arcillosos como la caolinita, la gibbsita, la goethita y la hematita constituidos en capas de tetraedros de silicio seguidos por una capa de octaedros de aluminio y la segunda está compuesta por minerales como la esmectita y la vermiculita.

Para poder verificar el tamaño de las partículas tomando en consideración el siguiente método: “Asociación Americana de Ensayos de Materiales” (ASTM D422), como se detalla en la figura 3 y el índice de flexibilidad nos permite determinar las propiedades de plasticidad de suelo arcilloso como se puede observar en la figura 2.

**Figura 2.** Propiedades de Plasticidad (índice de plasticidad) del suelo Arcilloso

ÍNDICE DE PLASTICIDAD	CARACTERÍSTICA
IP>20	Suelos muy arcillosos
20>IP>10	Suelos arcillosos
10>IP>4	Suelos poco arcillosos
IP=0	Suelos exentos de arcilla

Fuente: M.T.C. (2016). Norma ASTM D4318-84, Manual de Ensayos de Materiales

**Figura 3.** Tamaño de Partículas de acuerdo “Clasificación de Suelos Norma ASTM D422”

TIPO DE MATERIAL	TAMAÑO DE PARTÍCULAS
Grava	75 mm - 2 mm
Arena	Arena gruesa: 2 mm - 0.2 mm
	Arena fina: 0.2 mm - 0.05 mm
Limo	0.05 mm - 0.005 mm
Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: MTC (2016). Manual de Ensayo de Materiales



Las arcillas los podemos categorizar de la siguiente manera:

**Grupo de la caolinita**, es un mineral característico de la arcilla, resultante de la alteración hidrotermal del feldespato ortoclasa proveniente del granito, y sus componentes son Dickita, Nacrita, caolinita, Odinita y Halloysita, su composición física es de silicato básico de aluminio, de color blanco, beige, gris y amarillo, con un sistema cristalino monoclinico, los cristales son microcristalinos invisibles a simple vista.

**Grupo de la illita**, también conocida como hidrómica o hidromuscovita es bastante similar a la mica, derivado del moscovita y el feldespato, estructuralmente de forma laminar, como una sub clase de los silicatos es un filosilicato o silicato laminar.

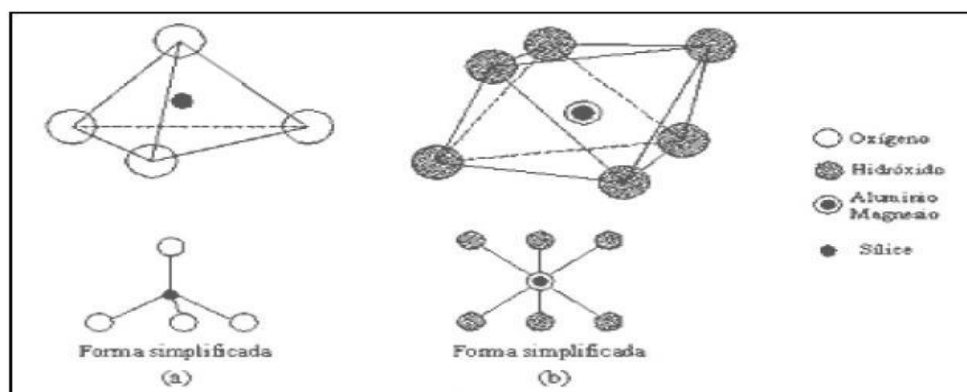
**Grupo de la montmorillonita**, caracterizada por ser una clase de arcilla expansiva inconstante, es un hidroxisilicato cuya estructura comparte una capa central de magnesio y aluminio. Este tipo de arcillas cuando absorben liquido incrementa su volumen.

**Grupo de la vermiculita**, constituido principalmente por silicatos de hierro o magnesio, es una arcilla polimera consecuencia de la alteración de la biotita, la flogopita y micas (moscovita), su estructura es similar a la montmorillonita, usado ampliamente como material de construcción.

**Estructura de las Arcillas**, según Whitlow (2015) nos señala que “La arcilla es una roca sedimentaria que está constituida por silicatos de aluminio que es producto de la descomposición de rocas que contienen feldespato”. Es un coloide de partículas extremadamente pequeñas y de superficie lisa.

En la Figura 4 se detalla la configuración espacial de la estructura de la arcilla.

**Figura 4:** Configuración espacial de los minerales de arcilla.  
(Whitlow, 2015)



### Contenido de Humedad,

**Morales (2015)** nos menciona que “Es aquella correspondencia que hay entre los pesos de la muestra húmeda y la muestra secada a una temperatura de 105 y 110 °C” (p. 204).

La cantidad de humedad de las muestras es representada en porcentaje, del 0 al 100% del peso de agua por una unidad de masa de suelo lo cual modifica, las propiedades físicas de resistencia y estabilidad.

Como investigador se cuenta con muchos recursos para explorar las diferentes problemáticas y fenómenos presentes en el entorno, para lo cual es necesario sistematizar en **técnicas e instrumentos** de investigación para aplicarlos en la recopilación de información que será necesario para llevar a cabo un estudio el cual podrá sostenerse o determinar una alternativa de solución al problema planteado en la hipótesis de la investigación, para ello se tendrá en consideración los estudios realizados y sus resultados con la finalidad fundamental de conseguir el objetivo principal, llegando así a una conclusión de acuerdo resultados obtenidos.

### Análisis Granulométrico,

**PUCP (2014)** sostiene que “Consiste en realizar una selección de acuerdo al tamaño de las partículas según lo establecido, el estudio nos permite tener una percepción aproximada de algunos atributos de la superficie, específicamente en suelos con partículas grandes” (p.45).

La textura o granulometría del suelo es un estudio que nos ayuda a precisar los caracteres de la **gradación** de las partículas y caracterizar las propiedades físicas

de un suelo, es un análisis físico que nos permite determinar la proporción, existentes en una masa de suelo entre la arena limo y arcilla.

### **Análisis Granulométrico por Tamizado,**

**PUCP (2014)**, “Es un método que nos permite separar la muestra a través de diversas mallas para determinar el tamaño de la partícula” (p. 84).

Este análisis comprende la utilización de tamices acoplados en cascada para la separación del tamaño de partícula según la abertura de los tamices, dando lugar a la elaboración de la curva granulométrica en función de un tipo de muestra según el “porcentaje que pasa”.

*Figura 5. Norma ASTM: Tamices*

Tamices	Abertura(mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
N°4	4,760
N°10	2,000
N°20	0,840
N°40	0,425
N°60	0,260
N°140	0,106
N°200	0,075

Fuente: M. T. C Norma ASTM (2016)

### **Análisis Granulométrico por Sedimentación,**

**PUCP (2014)** nos indica “Resulta adecuado para tipos de suelo que poseen mayor proporción de fragmentos inferiores a la malla N° 200 y un tamaño superior a 0.001mm, este tipo de análisis nos permite evaluar el potencial de expansión” (p. 54).

La prueba de análisis granulométrico de los suelos permite pasar las partículas en los tamices acoplados en cascada, las partículas más finas pasaran por el tamiz ASTM N° 200 de apertura. Aproximándonos, a identificar el tipo de suelo y sus características geotécnicas principales utilizando un hidrómetro estandarizado en la porción más fina del suelo se puede tener como resultado la concentración de estas partículas. El análisis granulométrico de sedimentación se fundamenta en la

ley de Stoke, “El hidrómetro es aquel instrumento que proporciona valores para la densidad o gravedad específica de un líquido”. Cuyo procedimiento establece poner suelo seco junto a un medio dispersante dentro de un envase por un periodo de 12 horas como mínimo, al terminar el procedimiento en el tiempo establecido, el agregado es evacuado del envase del agitador mecánico, y en un minuto es combinado, para luego introducirse el hidrómetro en la prueba en suspensión y se recolecta los datos.

**Figura 6.** Valores de la Profundidad efectiva fundamentada en hidrómetro y cilindro de sedimentación de dimensiones específicas.

"Hidrómetro 151 H		Hidrómetro 152 H			
Lectura del hidrómetro * R' + Cm	Profundidad efectiva L (Cm)	Lectura del hidrómetro * R' + Cm	Profundidad efectiva L (cm)	Lectura del hidrómetro * R' + Cm	Profundidad efectiva L (cm)
1,000	16,3	0	16,3	-	-
1,001	16,0	1	16,1	31	11,2
1,002	15,8	2	15,8	32	11,1
1,003	15,5	3	15,6	33	10,9
1,004	15,2	4	15,5	34	10,7
1,005	15,0	5	15,3	35	10,6
1,006	14,7	6	15,2	36	10,4
1,007	14,4	7	15,0	37	10,2
1,008	14,2	8	14,8	38	10,1
1,009	13,9	9	14,9	39	9,9
1,010	13,7	10	14,7	40	9,7,
1,011	13,4	11	14,5	41	9,6
1,012	13,1	12	14,3	42	9,4
1,013	12,9	13	14,2	43	9,2
1,014	12,6	14	14,0	44	9,1"

Fuente: M T C (2016) "Manual de Ensayo de Materiales"

**Figura 7.** Valores de la Profundidad efectiva fundamentada en hidrómetro y cilindro de dimensiones específicas.

"Hidrómetro 151 H			Hidrómetro 152 H		
Lectura del hidrómetro * R' + Cm	Profundidad efectiva L (Cm)	Lectura del hidrómetro * R' + Cm	Profundidad efectiva L (cm)	Lectura del hidrómetro * R' + Cm	Profundidad efectiva L (cm)
1,015	12,3	15	13,8	45	8,9
1,016	12,1	16	13,7	46	8,8
1,017	11,8	17	13,5	47	8,6
1,018	11,5	18	13,3	48	8,4
1,019	11,3	19	13,2	49	8,3
1,020	11,0	20	13,0	50	8,1
1,021	10,8	21	12,9	51	7,9
1,022	10,5	22	12,7	52	7,8
1,023	10,2	23	12,5	53	7,6
1,024	10,0	24	12,4	54	7,4
1,025	9,7	25	12,2	55	7,3
1,026	9,4	26	12,0	56	7,1
1,027	9,2	27	11,9	57	7
1,028	8,9	28	11,7	58	6,8
1,029	8,6	29	11,5	59	6,6
1,030	8,4	30	11,4	60	6,5
1,031		8,1		Lectura del hidrómetro corregida por Menisco	
1,032	7,8				
1,033	7,6				
1,034	7,3				
1,035	7,0				
1,036	6,8				
1,037	6,5				
1,038	6,2"				

Fuente: M T C (2016). "Manual de Ensayo de Materiales"

**Figura 8.** Valores de constante para la variación por temperatura de las lecturas del hidrómetro.

Temp. C	Ct	
	Hidrómetro graduado en	
	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> ) x 10 <sup>3</sup>	Concentración (gr/litro) *
10	1,3	2,0
11	1,2	1,9
12	1,1	1,8
13	1,0	1,6
14	0,9	1,4
15	0,8	1,2
16	0,6	1,0
17	0,5	0,8
18	0,3	0,5
19	0,2	0,3
20	0,0	0,0
21	0,2	0,3
22	0,4	0,6
23	0,6	0,9
24	0,8	1,3
25	1,0	1,7
26	1,3	2,0
27	1,5	2,4
28	1,8	2,9
29	2,0	3,3
30	2,3	3,7"

Fuente: M T C (2016). Manual de Ensayo de Materiales

**Figura 9.** Valores de “K” para el análisis del diámetro de partículas en el análisis hidrométrico.

Temp.	Peso específico de las partículas del suelo								
	2,45	2,50	2,55	2,60	2,65	2,70	2,75	2,80	2,85
10	0,01659	0,01631	0,01604	0,1583	0,1555	0,01532	0,01510	0,01488	0,01468
11	0,01636	0,01608	0,01582	0,01557	0,01533	0,01511	0,01489	0,01468	0,01448
12	0,01613	0,01586	0,01560	0,01535	0,01512	0,01490	0,01468	0,01448	0,01428
13	0,01591	0,01565	0,01539	0,01515	0,01492	0,01470	0,01449	0,01428	0,01409
14	0,01571	0,01544	0,01519	0,01495	0,01474	0,01451	0,01430	0,01410	0,01391
15	0,01551	0,01525	0,01500	0,01476	0,01454	0,01432	0,01412	0,01392	0,01373
16	0,01530	0,01505	0,01481	0,01457	0,01435	0,01414	0,01394	0,01374	0,01356
17	0,01521	0,01486	0,01462	0,01439	0,01417	0,01396	0,01376	0,01356	0,01338
18	0,01492	0,01467	0,01443	0,01421	0,01399	0,01378	0,01359	0,01339	0,01321
19	0,01437	0,01449	0,01425	0,01403	0,01382	0,01361	0,01342	0,01323	0,01305
20	0,01456	0,01431	0,01408	0,01386	0,01365	0,01344	0,01325	0,01307	0,01289
21	0,01438	0,01414	0,01391	0,01369	0,01348	0,01328	0,01309	0,01291	0,01273
22	0,01421	0,01397	0,01374	0,01353	0,01332	0,01312	0,01294	0,01276	0,01258
23	0,01404	0,01381	0,01358	0,01337	0,01317	0,01297	0,01279	0,01261	0,01243
24	0,01388	0,01365	0,01342	0,01321	0,01301	0,01282	0,01264	0,01246	0,01229
25	0,01372	0,01349	0,01327	0,01306	0,01286	0,01267	0,01249	0,01232	0,01215
26	0,01357	0,01334	0,01312	0,01291	0,01272	0,01253	0,01235	0,01219	0,01201
27	0,01342	0,01319	0,01297	0,01277	0,01258	0,01239	0,01221	0,01204	0,01188
28	0,01327	0,01304	0,01283	0,01264	0,01244	0,01225	0,01208	0,01191	0,01175
29	0,01312	0,01290	0,01269	0,01249	0,01230	0,01212	0,01195	0,01178	0,01162
30	0,01298	0,01276	0,01256	0,01236	0,01217	0,01199	0,01182	0,01165	0,01149

Fuente: M T C (2016). Manual de Ensayo de Materiales

**Figura 10.** Valores de coeficientes de corrección para diferentes pesos específicos de las partículas del suelo

Peso Específico	Coeficiente "a"	Peso Específico	Coeficiente "a"	Peso Específico	Coeficiente "a"
2,45	1,05	2,60	1,01	2,75	0,98
2,50	1,03	2,65	1,00	2,80	0,97
2,55	1,02	2,70	0,99	2,85	0,96

Fuente: MTC (2016). Manual de Ensayo de Materiales

**Peso Específico**, según PUCP (2014) nos menciona que “La proporción que hay entre el peso y el volumen que pueda ocupar una sustancia en un espacio determinado y esta debe estar a temperatura ambiente. A los valores obtenidos se les tiene que hacer una rectificación por temperatura” (p. 20).

El peso específico es un parámetro de mayor importancia para ensayo de la mecánica de suelos, para conseguir las características físico-mecánico de los suelos, el peso específico es representado en unidades de peso sobre volumen, por ende, es un valor dependiente de la presencia de humedad.

De acuerdo MTC (2016) establece, “Se puede determinar la gravedad especifica de los sólidos utilizando dos métodos” (p. 284).

- **1er Método:** Es realizado con muestras de suelos que sean húmedas, especialmente en suelos muy blandos y aquellos suelos solidos que tengan una granulometría fina.
- **2do Método:** Es realizado en muestras de suelos secados al horno, en especial en sólidos que tengan una granulometría fina.

Según la prueba de **Límite de Atterberg**, podremos determinar el límite líquido y el límite plástico, el **Límite Líquido** de acuerdo a la **PUCP (2014)** nos señala “Es la cantidad de humedad que se encuentra en porcentaje de la muestra de suelo seco este proceso es realizado en un horno siguiendo los procedimientos adecuados, cuando se encuentra entre el límite entre el estado plástico y liquido” (p. 35).

El **Límite Plástico, Morales (2015)** nos señala que “Es la cantidad de humedad del suelo que se encuentra expresado en porcentaje, el cual se encuentra en el límite entre los estados semisólido y plástico. Este límite se le considera con el más bajo contenido de humedad” (p. 38).

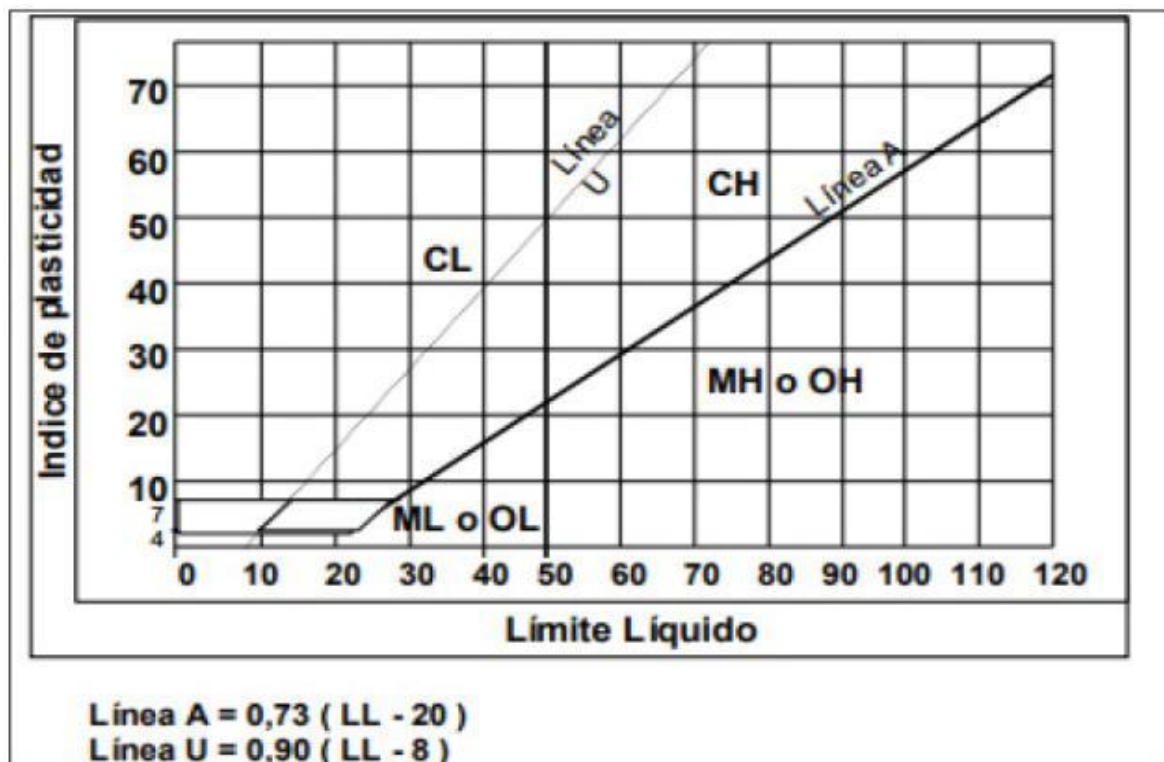
La metodología utilizada se fundamenta en unir elipsoidalmente una masa sobre una lámina de vidrio, siendo el diámetro de 3,2 mm, en tanto el adoquinado es más frágil debido a la perdida de saturación, para luego cuantificar el contenido de humedad y hacer una evaluación del tipo de suelo si tiene una plasticidad bien definida, se le incorpora más líquido a la masa de suelo que ha sobrado en la capsula para posteriormente realizar el análisis de limite líquido.



**Clasificación del suelo mediante Sistema Unificados de Clasificación de Suelos (SUCS)**, el suelo es separado con el tamiz N° 200, de esta manera podemos separarlos en diferentes grupos: suelos gruesos y finos. Posteriormente para cada grupo de muestra de suelo se prosigue con el fraccionamiento con el Tamiz N° 4 en el caso de gruesos y el de los finos, y dependerá del Limite Líquido. De estos subgrupos que sean ido agrupando, se ira descartando de acuerdo a su plasticidad y otras propiedades físicas y químicas de los suelos finos, la carta de plasticidad de A. Casagrande, toma un rol importante para el SUCS. (Unified Soil Classification System USCS).

Como se comprueba en la Figura 11.

**Figura 11:** Límite de Atterberg (Carta de Plasticidad) (Conanma 2016)



**Figura 12.** Clasificación de suelos

Divisiones principales				Símbolo del grupo	Nombre clásico	
1		2		3	4	
Suelos de grano grueso el 50% o más se retuvo en el tamiz n°200 (0.075 mm)	el tamaño del tamiz N° 200 es aproximadamente la menor partícula visible a simple vista	Gravas < 50% de la fracción gruesa que pasa el tamiz n.º 4 (4.75 mm)	Para la clasificación visual el tamiz N° 4 equivale a 5mm	Gravas limpias menos del 5% pasa el tamiz n°200 (poco o ningún fino)	GW	Grava bien graduada, mezclas de grava y arena, poco o ningún fino
				Grava con presencia de finos más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200	GP	Grava pobremente graduada, mezclas de grava y arena, poco o ningún fino
				Arena limpia (poco o ningún fino) menos del 5% pasa el tamiz n°200	GM	Grava limosa, mezclas de grava, arena y limo.
		Arena ≥ 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz n.º 4		Arena con finos, más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200	GC	Grava arcillosa, mezclas de grava, arena y arcilla
					SW	Arenas bien graduadas arenas con grava, poco o ningún fino
					SP	Arena pobremente graduada, arenas con grava, poco o ningún fino
Suelos de grano fino más del 50% del material muestra pasa el tamiz No.200 (0.075 mm)		Limos y arcillas. límite líquido < 50			SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo
					SC	Arena arcillosa, mezcla de arena y arcilla
					ML	limos inorgánicos de baja compresibilidad.
		Limos y arcillas. límite líquido ≥ 50			CL	arcillas inorgánicas de baja a media compresibilidad arcillas con gravas, arcillas arenosas, arcillas limosas
					OL	Limo orgánico y arcilla limosas orgánicas de baja compresibilidad
					MH	limo de alta plasticidad, limo elástico
	CH	Arcilla de alta plasticidad				
	OH	Arcilla orgánica, Limo orgánico				
Suelos altamente orgánicos				Pt	Turba*	

Fuente: Conanma (2016). Geotecnia

**Ensayo de Proctor Estándar**, de acuerdo con PUCP (2014) indica que “Es la determinación del peso de la muestra por unidad de volumen que ha sido compactado por un proceso establecido con diferentes contenidos de humedad y puede ser adaptado en muestras de suelos representativas que tienen 30% de peso o menos de partículas que quedan en el pasante del tamiz  $\frac{3}{4}$ ” (p.37).

Aquella muestra representativa que ha sido seleccionada según a la cantidad de porcentaje de agua o humedad, es colocada en capas dentro de un molde de proporciones establecidas. Cada cubierta será comprimida con un mazo (martillo) al cual se le descontará el peso (tara) y altura de desplome normalizada. La cual tomara en consideración la densidad seca, luego volverá a repetir el procedimiento con los distintos porcentajes de humedad las veces que sea necesario para

implantar la capacidad entre la densidad seca que se ha obtenido y la humedad de la muestra de suelo (p. 38).

**Ensayo tipo próctor modificado**, investigaciones realizadas y de acuerdo a P.U.C.P. (2014) indica, “Es un estudio de laboratorio que incluye los procesos de compactación de muestras de suelos, lo cual determina la correspondencia del porcentaje de agua y el peso unitario, lo cual es empleado para suelos que poseen 30% de peso o menos de partículas que quedan en el pasante del tamiz N°  $\frac{3}{4}$ ”.

El ensayo de proctor modificado es una variación del ensayo de proctor estándar, en donde se intensifica el esfuerzo de compactación aplicado a la muestra de suelo, la cantidad de bastonazos a cada capa incrementándose a 5 a 6 y el número de capas a 5, de esta manera se puede elevar la carga del mazo (martillo), la altura de caída de si mismo (p. 39).

**Ensayo de corte directo**, de acuerdo **PUCP (2014)** indica que “Es un proceso que se elabora con el objetivo de establecer las características de resistencia del material determinado bajo el dominio de cargas combinadas, trata de inducir a la ocurrencia de un error mediante el plano que esta predeterminado, por lo que va accionar sobre este plano actuando 2 fuerzas con respecto la carga vertical  $P_v$  aplicada un esfuerzo normal extrínsecamente y un esfuerzo cortante a consecuencia a la aplicación de la carga horizontal  $P_h$ ” (p. 95).

Esta resistencia al corte que tiene la masa de una muestra de suelo, es aquel impulso interno con respecto a la sección unitario que la masa de muestra pueda tener, por lo cual al comparar el movimiento y la carencia en los diferentes planos dentro de él. Las particularidades del estudio de la resistencia al corte son trascendentales al evaluar las diferentes problemáticas con respecto a la capacidad de portante, coacción lateral, permanencia de taludes y coacción lateral sobre estructuras de obstáculo para los suelos estudiados, etc. (p.42).

### **III. METODOLOGÍA**

### 3.1. Tipo y diseño de investigación

#### Tipo de Investigación:

**Bacon 1620 - Stuart Mill y Whewell s.XIX**, menciona que: Durante muchos siglos los tipos de investigación fueron concluyente - deductivo. Asumimos aseveraciones ecuménicas auténticas, de las cuales se derivan diferentes aseveraciones. En el siglo XVII, se instituyó tipo de investigación hipotético-deductivo, institucionalizándose la legalidad del método inductivo.

La presente investigación, utiliza la metodología aplicada, la cual nos lleva a reconocer los contextos con evidencias científicas, las cuales estarán fundamentadas en evidencia resultante de los ensayos de laboratorio, la cual actualiza conocimientos acordes con la investigación y sus posibilidades para realizarla.

La investigación científica aplicada, exige una metodología estructural y documentada enfocando la investigación teórica en sus aplicaciones, haciendo la diferencia entre la investigación descriptiva y explicativa, defendiendo la vinculación entre el saber y el hacer.

La metodología desarrollada en el presente estudio es de tipo Aplicada, puesto que los conocimientos que se han podido generar podrán ser utilizados como material de ayuda para solucionar problemas, en la aplicación de una nueva técnica de innovación tecnológica que brindara resistencia a suelos con condiciones desfavorables en la rasante o sub rasante.

La presente Tesis, de metodología Cuantitativa, a razón de que los resultados son obtención mediante pruebas de laboratorio, con valores cuantificables de carácter numérico, con los cuales se verificará su eficacia como estabilizador.

### **Diseño de Investigación:**

Las técnicas combinadas determinando la variable dependiente e independiente planteados por el investigador hacen el manejo de la problemática formulada en el trabajo de tesis de manera eficiente, con esquema de cómo se realizará la investigación obedecerá al diseño de investigación.

Haciendo uso del esquema de investigación empírico-experimental, los resultados dependerán de las pruebas que se realizarán con algunas combinaciones de la muestra de suelo y la escoria de MF, con el fin de obtener resultados de tal manera se pueda verificar como puede influir la dosificación de escoria de MF en la resistencia y estabilidad de los suelos componentes de la subrasante.

### **Nivel de investigación:**

El presente estudio utilizó un nivel de investigación descriptivo – explicativo, el cual nos permite recopilar datos puede ser en forma particular o agrupada en referencia a las variables, determina características físico- mecánicas y químicas.

### **Enfoque de investigación:**

El enfoque cuantitativo, caracterizado básicamente por realizar diseños acotados, computa fenómenos, utilizando como herramienta la estadística y métodos matemáticos, prueba hipótesis y teorías; con procesos Deductivos, secuenciales, probatorios y Examina el contexto objetivo; obteniendo primacías, en la propagación de los resultados, para el control en la disminución de los fenómenos naturales, precisión, replica y la predicción, lo cual nos brindara la información necesaria para poder realizar una buena prevención de daños.

Es cuantitativa porque se puede analizar datos numéricos tomando como referencia las diferentes variables que se va evaluar, permite que exista una relación entre los elementos numéricos y los fines de la investigación que se desarrollaran, fundamentándose en compilar información y realizar los ensayos de laboratorio y su análisis respectivo de las muestras que pudieron obtener para distintas exploraciones.

### 3.2. Variables y operacionalización

#### **Variable independiente:**

Esta investigación describe las posibles cambios o múltiples fenómenos naturales que deseamos explicar, una variable independiente es aquella con mecanismo activo donde el investigador atribuye ciertas características o parámetros físicos, químicos o mecánicos que personifica una dimensión que modifica en un ensayo afectando a una variable dependiente.

La **variable independiente** en una función se suele representar por **(X)**

**VI (X):** ceniza de madera de fondo.

#### **Definición conceptual:**

La ceniza de fondo (CF) representa la fracción de ceniza procedente del lecho interior de la cámara de combustión principal, este procedimiento para el rescate de materiales reciclables utilizado como una alternativa de material cementoso en construcción de pavimentos.

**Definición operacional:** Constituyen el residuo orgánico generados por la incineración de materiales orgánicos como la madera y el carbón utilizado por hornos artesanales de ladrilleras, conformadas por ceniza volantes y ceniza de fondo los cuales se pueden diferenciar de acuerdo al tamaño de la partícula.

#### **Variable dependiente:**

Es la variable que explica los resultados de las variable independiente, es decir aquella en torno a la que gira toda investigación, es el resultado de una fuerza que indica un cambio en otra variable.

**VD (Y):** estabilizar la subrasante

#### **Definición conceptual:**

Se refieren a la esencia o las particularidades de una variable, objetos y fenómenos, por ser una propuesta que presenta con sencillez y exactitud los representaciones genéricas y particulares de algo material o inmaterial, en la presente investigación, detallaremos como procedimientos físicos, químicos, propensos modificar las

particularidades físico - mecánicas y químicas en los suelos materia del presente estudio realizando un uso adecuado de la ingeniería en pro de encontrar el suelo correcto para su utilización.

**Definición operaciones:** Procedimiento cuyo fin es la mejora de características físico - mecánicas.

**Operacionalización de variables:**

Enumera las diligencias o procesos que debemos realizar para cuantificar la variable materia de investigación la cual permitirá la interpretación de los resultados.

**Figura 13.** Indicadores y grados de medida para la operacionalización

INDICADORES:	GRADO DE MEDIDA:
- Dimensión y tamaño de partículas de partículas	- Norma ASTM D422 Análisis granulométrico por Tamizado
- Distribución de fracción fina tamiz N° 200	- Norma ASTM D422 Análisis granulométrico por Sedimentación
- Contenido de agua	- Clasificación del suelo mediante SUCS
- Densidad máxima seca	- Norma ASTM D4318 Limites de consistencia
- Resistencia de cohesión y ángulo de fricción	- Ensayo de <u>Próctor Modificado</u>
- Costo de Material	- Norma ASTM D3080 Ensayo de Corte Directo
- Costo de ejecución	- Procesamiento de datos en Hoja de cálculo

Fuente: elaboración Propia

**3.3. Población, muestra y muestreo**

**Población:**

Definido por una o varias características constituye el conjunto de elementos que corresponde a módulo con sus necesidades especificadas en términos de lugar, tiempo y criterios de elección, a la cual denominamos una población, siendo esa población un aspecto macro de la investigación científica.



El estudio se basará, en la muestra representativa de la Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho - Huamanga - Ayacucho.

**Muestra:**

La investigación determinara las características de la población en base en una muestra extraída de ella. El fin de un esquema de muestreo proporciona parámetros para la selección de una muestra apropiada y representativa, la misma que para ser representativa y de utilidad, debe reflejar similitudes y discrepancias encontradas en la población.

La muestra procederá del suelo situado en la Avenida Mariscal Cáceres, del distrito de Ayacucho.

- Región : Ayacucho
- Departamento : Ayacucho
- Distrito : Huamanga

**Muestreo:**

Muchos autores detallan la definición del muestreo, siendo esta como las técnicas utilizadas para la selección de las unidades de investigación, representativas de la población objetiva la cual será utilizada para realizar generalizaciones a la población de la zona de intervención.

Para la investigación se utilizó el muestreo probabilístico, en donde el investigador elige la muestra según su conveniencia por lo tanto no otorga a todos los individuos de una población las mismas oportunidades a ser seleccionados.

**Unidad de análisis:** la Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho.

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

Estas admiten brindar los resultados la la demostración del problema planteado esta es la principal razón gracias a la cual la investigación científica adquiere significado, la técnica se determina de acuerdo al tipo de investigación.

En la exploración realizada se hace uso la técnica de la observación directa, la inspección se hace claramente a un determinado fenómeno que se quiere estudiar. Las técnicas empleadas son la observación y la experimentación con ensayos de laboratorios determinando así sus características físico mecánicas y químicas.

La selección de datos es el mecanismo por el cual nos permitimos recoger información a través de distintos métodos y mecanismos, que serán utilizadas con la finalidad de sustentar los sistemas de información y que nos permita entender y absolver algunas interrogantes que se pueda tener sobre la investigación.

**Instrumento de recolección de datos:** Son recursos que nos permiten registrar información, puede ser escrita o digital y son de gran utilidad para registrar las diferentes actividades de forma clara y más entendible.

### **Confiabilidad:**

Estos son conceptos son utilizados como mecanismos para valorar la eficacia en el estudio en una metodología de la exploración cuantitativa.

La confiabilidad se calcula y se expresa en un coeficiente de correlación, estos valores varían entre 0 y 1, como se muestra en el siguiente cuadro:

*Figura 14. Confiabilidad*

<b>Intervalo</b>	<b>Clasificación</b>
0,53 a menos	Confiabilidad nula
0,54 a 0,59	Confiabilidad baja
0,60 a 0,65	Confiable
0,66 a 0,71	Muy Confiable
0,72 a 0,99	Excelente confiabilidad
1,00	Confiabilidad perfecta

Fuente: Revista Ciencias De La Educación

### **Validez:**

Expresada como el nivel por el cual una herramienta metodológica determina su veracidad, integridad, exactitud, dónde los datos recolectados son representativos del universo, obteniéndose como resultado para el cual fue diseñado.

Figura 15 Validez

<b>Intervalo</b>	<b>Clasificación</b>
0,53 a menos	Validez nula
0,54 a 0,59	Validez baja
0,60 a 0,65	Válida
0,66 a 0,71	Muy válida
0,72 a 0,99	Excelente validez
1,00	Validez perfecta

Fuente: Revista Ciencias De La Educación

Figura 16. Pruebas de laboratorio

<b>PRUEBAS LABORATORIO:</b>
- Norma ASTM D422 Análisis granulométrico por Tamizado
- Norma ASTM D422 Análisis granulométrico por Sedimentación
- Clasificador SUCS Clasificación de los suelos
- Norma ASTM D4318 Limites de consistencia
- Norma ASTM D3080 Ensayo de Proctor Modificado
- Norma ASTM D3080 Ensayo de Corte Directo

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5. Procedimiento

Inicialmente se dispondrá una verificación in situ en la Vía de la Avenida Mariscal Cáceres, realizando una exploración con la apertura de calicatas para obtener las muestras necesarias tomando en cuenta el estado de la superficie del suelo para su gradación y caracterización en los análisis y ensayos de laboratorio, el investigador a cargo supervisara la toma de muestras, el recojo de estas estará a cargo de un técnico especializado de y laboratorio certificado lo cual garantizara su confiabilidad y validez de los resultados a obtener.

### 3.6. Método de análisis de datos

Utilizaremos una metodología cuantitativa donde la información obtenida es presentada numéricamente mediante la sistematización estadística y lógicas para describir los resultados, expresados mediante imágenes, tablas, gráficos y las variaciones estadísticas en los resultados.

En la busca de brindar un fácil entendimiento para el análisis de los resultados de acuerdo a los datos y la información recolectada y se realizará bajo las fases:

**Figura 17.** Etapas el análisis de datos.



### 3.7. Ética en la investigación

“la ética en la investigación científica adopta los principios de comunidad, universalidad, escepticismo organizado e imparcialidad” (Koepsell & Ruiz, 2015, p. 56) por tanto en la investigación se refiere a la práctica de principios éticos para los procedimientos y las etapas de la investigación científica por lo cual no se pueden manipular datos o resultados, la presente investigación se pondrá en práctica estos principios fundamentales, comprometiéndose como autor a la transparencia y citar las fuentes y referencias de autoría.

## **IV. RESULTADOS**

Los resultados de la investigación que se realizó se basan en estudio para nuestra muestra representativa del terreno en el suelo de la vía Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho, obtenida de dos calicatas.

**Tabla 1.** *Ensayo granulométrico por tamices ASTM Norma (MTC E-104-2000)*

**CUADRO DE RESUMEN DE ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMICES 5100%**

TAMICES ASTM	Abertura (mm)	Ret (%)		Pasa (%)	
3"	76.2	-	-	-	-
2 1/2"	63.5	-	-	-	-
2"	50.8	-	-	-	-
1 1/2"	38.1	-	-	100	100
1"	25.4	2	4	98	96
3/4"	19.05	6	3	92	93
1/2"	12.7	4	5	88	88
3/8"	9.525	8	6	80	82
1/4"	6.35	7	7	73	75
N° 4	4.76	10	8	63	67
N° 6	3.36	4	3	59	64
N° 8	2.38	4	5	55	59
N° 10	2	3	3	52	56
N° 16	1.19	5	4	47	52
N° 20	0.84	2	5	45	47
N° 30	0.59	3	3	42	44
N° 40	0.426	4	4	38	40
N° 50	0.297	3	3	35	37
N° 80	0.177	11	10	24	27
N° 100	0.149	3	3	21	24
N° 200	0.074	4	4	17	20
- N° 200	0.074	17	20	-	-

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI

**Tabla 2.** Determinación de la Humedad de muestra y a su vez Límites de consistencias en las dos muestras.

CALICATA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	LÍMITE DE CONSISTENCIA			CLASIFICACIÓN	
		LL (Malla N° 40)	LP (Malla N° 40)	IP (%)	SUCS	AASHTO
C-01	2.2	23	19	4	SC-SM	A-1-b (0)
C-02	2	22	18	4	SC-SM	A-1-b (0)

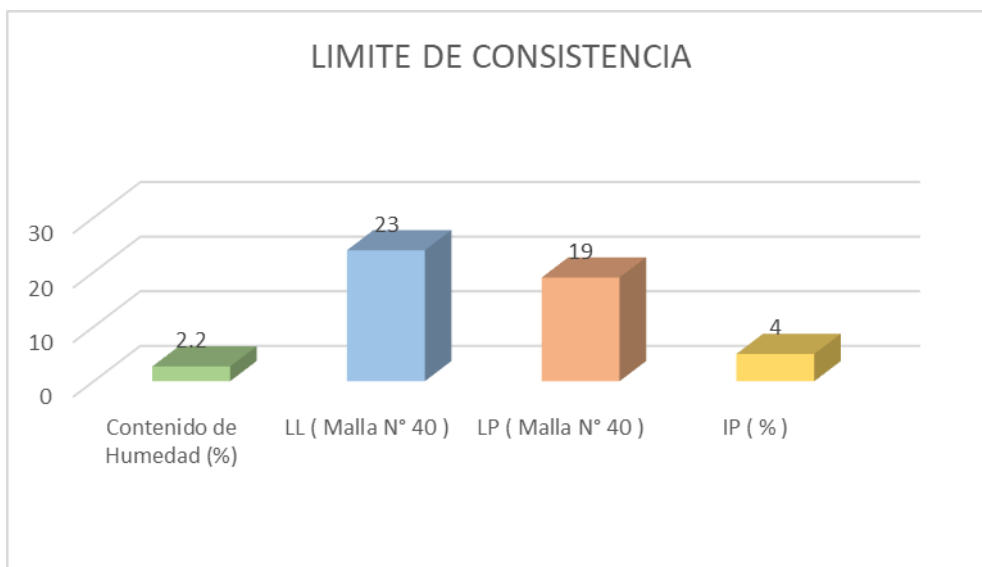
Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI

**Resultado:** según el ensayo de laboratorio y el Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI, indica que la muestra corresponde a un suelo “**arena limosa arcilla SC-SM**” según el método SUCS, así mismo por el método AASHTO la muestra se clasifico de tipo A-1-b (0), lo que representa un material ligante y material granular, característico los suelos de plasticidad baja o mínima.

**Tabla 3.** Límite de consistencia.

“LÍMITE DE CONSISTENCIA”	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.2
“LL (MALLA N° 40)”	23
LP (MALLA N° 40)	19
IP (%)	4

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI



**Figura 18.** Límite de consistencia.

**Resultado:** De acuerdo al Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI en la Figura N°16 podemos mencionar los resultados obtenidos del Contenido de Humedad siendo este de un valor de dos punto dos por ciento (2.2%), así mismo podemos verificar el resultado del parámetro Limite Líquido que asciende a un veintitrés por ciento (23%), del mismo modo presenta el valor obtenido del Limite Plástico del diecinueve por ciento (19%) y para concluir el valor del Índice de Plasticidad es del cuatro por ciento (4%), resultando un LP elevado lo cual concluye que la muestra cambie del estado semisólido al líquido. Para el valor del IP el resultado nos brinda un valor bajo, esa sensibilidad se traduce en un mínimo aumento para el porcentaje de humedad presente el suelo, ocasionará un cambio de semisólido a líquido, demostrando así su sensibilidad.

Para los resultados del análisis del CBR (“California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California”) el cual determina uno de los parámetros para el diseño de pavimentos, subrasante, sub base y base con este parámetro se puede evaluar la capacidad portante y la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo.

De acuerdo al Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI los resultados en el análisis del CBR al cien por ciento (100%) y del noventa y cinco por ciento (95%) para cada muestra, al revisar los resultados del CBR se observa un incremento del veintiocho punto seis por ciento (28.6%), un incremento considerable para un tipo de suelo “arena limosa arcilla SM – SC”, dentro de la configuración muestra patrón y ceniza de fondo con la concentración del setenta y cinco por ciento (75%) y veinticinco (25%) se obtuvo un valor de CBR del sesenta punto cinco por ciento (60.5%). Estos valores se interpretan que a incremento de proporción de ceniza de madera de Fondo se incrementara el valor del CBR, lo cual brinda las características necesarias para ser utilizado en los trabajos de mejoramientos de pavimentos, subrasante, sub base y base.

#### **Ensayo (CBR) C-1 M-1(0.00 – 1.50) de suelo natural**

Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	: 2.125
Optimo contenido de humedad (%)	: 6.0



**Tabla 4.** Compactación de Moldes SN100%.

MOLDE N°	I	II	III
N° de Capas	5	5	5
Número de Golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm3)	2.12	1.898	1.723
Contenido de Humedad	6.4	6.4	6.4

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI

**Interpretación:** La compactación de moldes SN100% descrita en la tabla 4 expresa como resultado el contenido de humedad en un valor de 6.4 y una densidad seca de 2.12.

**Tabla 5.** Cuadro CBR (California Bearing Ratio) para 0.1 pulg. de penetración SN100%

"MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg2)	Presión Patrón (Lb/pulg2)	C.B.R" (%)
I	0.1	286	1000	28.6
II	0.1	187	1000	18.7
III	0.1	110	1000	11

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI

**Resultado:** Estos resultados descritos en la tabla 5 se interpretan que la muestra con mejor porcentaje de CBR es de veintiocho puntos seis por ciento (28.6%) lo cual es del 100%.

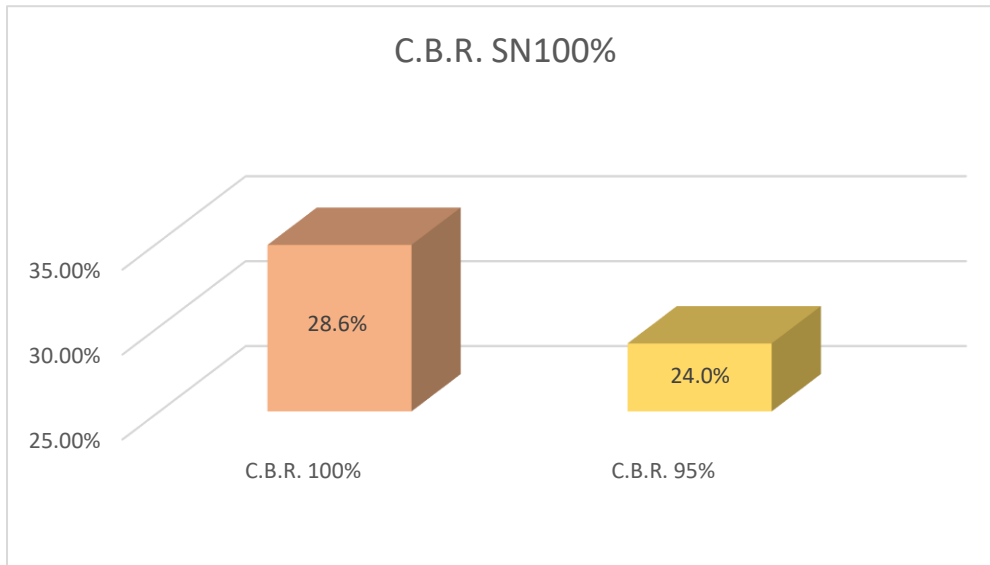
CBR (California Bearing Ratio) al 100% de la M.D.S. : 28.6%

CBR (California Bearing Ratio) al 95% de la M.D.S. : 24.0%

**Tabla 6.** CBR (California Bearing Ratio) Suelo Natural SN100%

"C.B.R. SN100%"	
C.B.R. 100%	28.60 %
C.B.R. 95%	24.00 %

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI



**Figura 19.** CBR (California Bearing Ratio) Suelo Natural SN100%

**Ensayo (CBR) C-1 M-1(0.00 – 1.50) de SN95 + CF5**

Máxima densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2.160

Óptimo contenido de humedad (%) : 6.7

**Tabla 7.** Compactación de Molde SN95% + CF5%

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.16	1.962	1.778
Contenido de Humedad	6.7	6.8	6.7

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI

**Resultado:** La interpretación de los resultados detallados en la tabla 7 obtenemos valores contenido de humedad es de 6.7 y de la densidad seca de 2.16.

**Tabla 8.** Cuadro CBR para 0.1 pulg. de penetración SN95% + CF5%

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg <sup>2</sup> )	Presión Patrón (Lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R. (%)
I	0.1	397	1000	39.7
II	0.1	291	1000	29.1
III	0.1	198	1000	19.8

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI

**Resultado:** Se detalla en la Tabla 8 que el mejor porcentaje de CBR resultante es del valor de 39.7% para un ensayo al 100%.

CBR (California Bearing Ratio) al 100% de la M.D.S : 39.7%

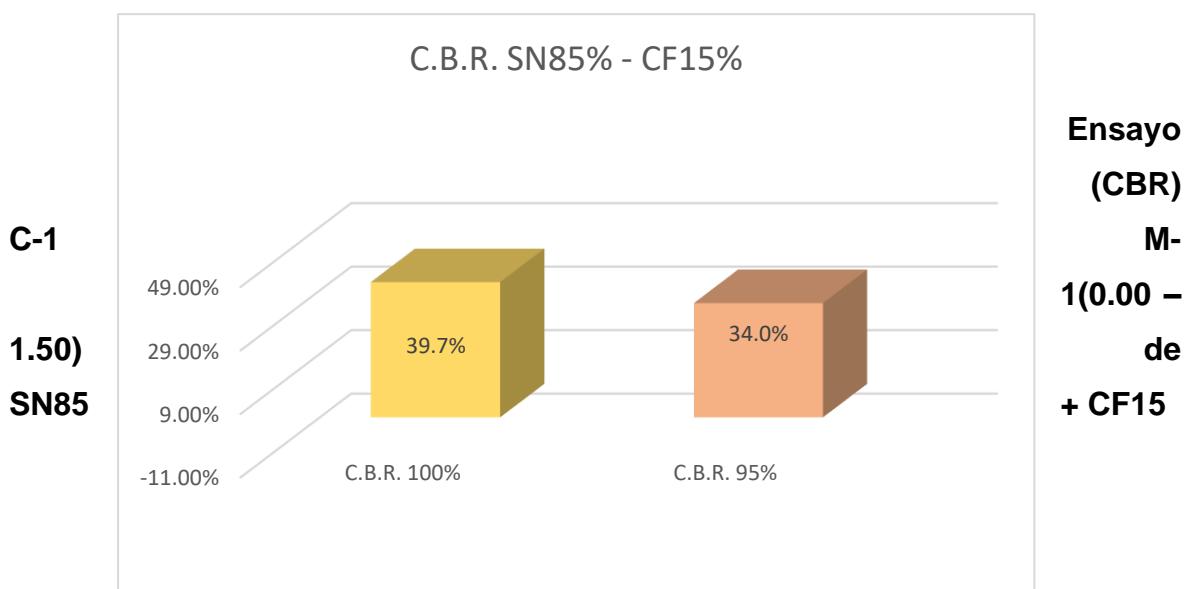
CBR (California Bearing Ratio) al 95% de la M.D.S : 34.0%

**Tabla 9. CBR Suelo Natural SN95% + CF5%**

C.B.R. SN95% + CF5%	
C.B.R. 100%	39.70 %
C.B.R. 95%	34.00 %

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI

**Figura 20. CBR Suelo Natural" SN95% + CF5%**



Máxima densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2.186

Optimo contenido de humedad (%) : 6.8

**Tabla 10. Compactación de Moldes SN85% + CF15%**

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.188	1.945	1.754
Contenido de Humedad	6.8	6.7	6.8

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI

**Resultado:** La tabla 10 detalla la densidad seca que se obtuvo fue de 2.188 y el contenido de humedad de 6.8.y, para la muestra ensayada.

**Tabla 11.** Cuadro CBR(California Bearing Ratio) para 0.1 pulg. de penetración SN85% + CF15%

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pug2)	Presión Patrón (Lb/pug2)	C.B.R. (%)
I	0.1	488	1000	48.8
II	0.1	341	1000	34.1
III	0.1	230	1000	23

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI

**Resultado:** En la tabla 11 se detalla que en el molde I el CBR es de 48.8% al 100%.

CBR (California Bearing Ratio) al 100% de la M.D.S : 48.8%

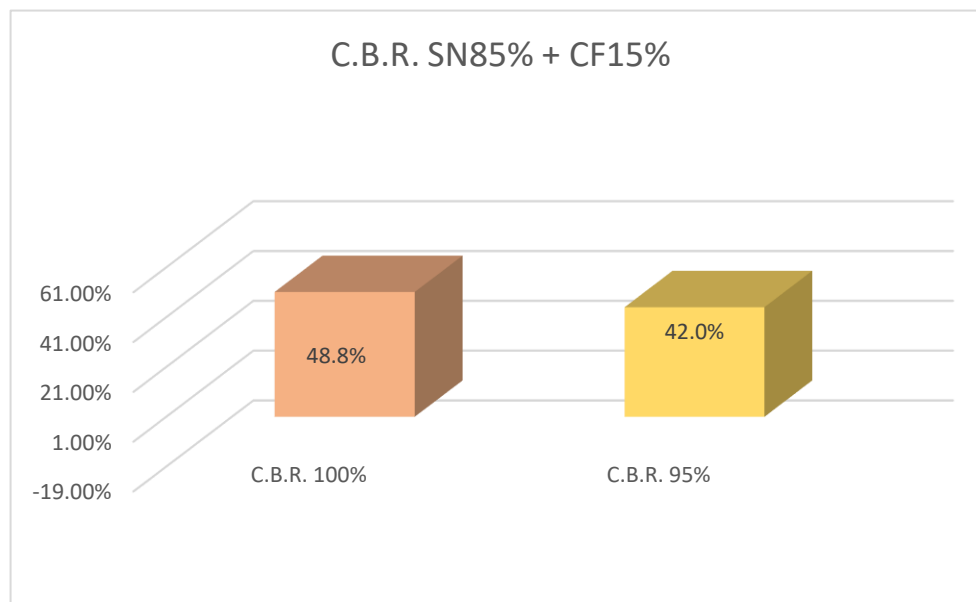
CBR (California Bearing Ratio) al 95% de la M.D.S : 42.0%

**Tabla 12.** CBR (California Bearing Ratio) Suelo Natural SN85% + CF15%

C.B.R. SN 85% + CF 15%	
C.B.R. 100%	48.80%
C.B.R. 95%	42.00%

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI

**Figura 21.** CBR (California Bearing Ratio) Suelo Natural SN85% + CF15%



**Ensayo (CBR) C-1 M-1(0.00 – 1.50) de SN75 + CF25**

Máxima densidad seca (gr/cm3) : 2.198

Óptimo contenido de humedad (%) : 6.9

**Tabla 13.** Compactación de Moldes SN75% + CF25%

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.198	1.931	1.754
Contenido de Humedad	6.9	6.8	6.9

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI

**Resultados:** De los datos detallados por la tabla 13 se obtiene una densidad seca de 2.198 y el óptimo contenido de humedad de 6.9%.

**Tabla 14.** Cuadro CBR para 0.1 pulg. de penetración SN75% + CF25%

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pug <sup>2</sup> )	Presión Patrón (Lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R. ( % )
I	0.1	605	1000	60.5
II	0.1	375	1000	37.5
III	0.1	205	1000	20.5

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI

**Resultados:** En tabla 14 el CBR al 100% nuestra muestra correspondiente al molde I nos arroja un resultado de 60.5%, lo cual según los parámetros obtenidos es el mejor porcentaje de CBR.

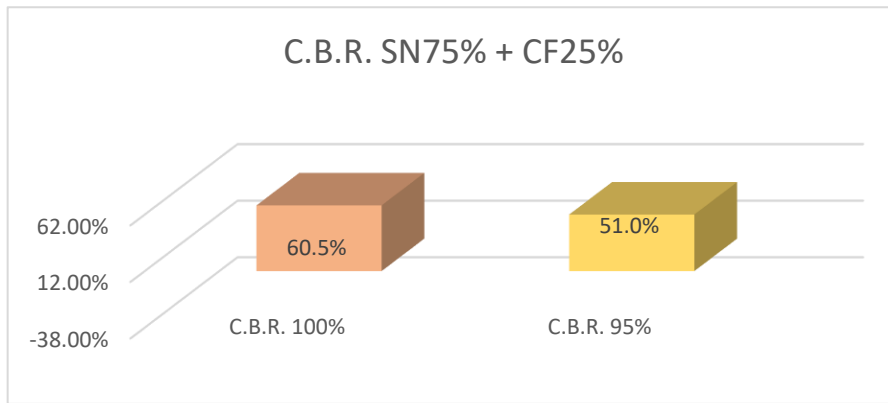
CBR para el 100% de la M.D.S : 60.5%

CBR para el 95% de la M.D.S : 51.0%

**Tabla 15.** CBR (California Bearing Ratio) Suelo Natural SN75% + CF25%

C.B.R. SN 75% + CF 25%	
C.B.R. 100%	60.50%
C.B.R. 95%	51.00%

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI



**Figura 22.** CBR Suelo Natural SN75% + CF25%

**Tabla 16.** Resumen de CBR (California Bearing Ratio) con las dosificaciones.

CBR	SN100%	SN 95% + CF 5%	SN 85% + CF 15%	SN 75% + CF 25%
C.B.R. 100%	28.60%	39.7	48.8	60.5
C.B.R. 95%	24.00%	34	42	51

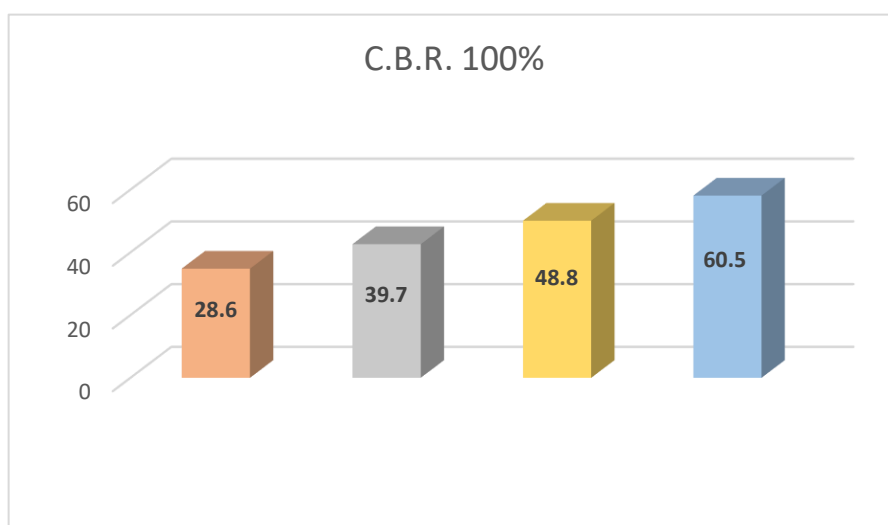
Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI

**Tabla 17.** CBR (California Bearing Ratio) 100%

C.B.R. 100%	
SN 100%	28.6
SN 95% + CF 5%	39.7
SN 85% + CF 15%	48.8
SN 75% + CF 25%	60.5

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI

**Figura 23.** California Bearing Ratio al 100%

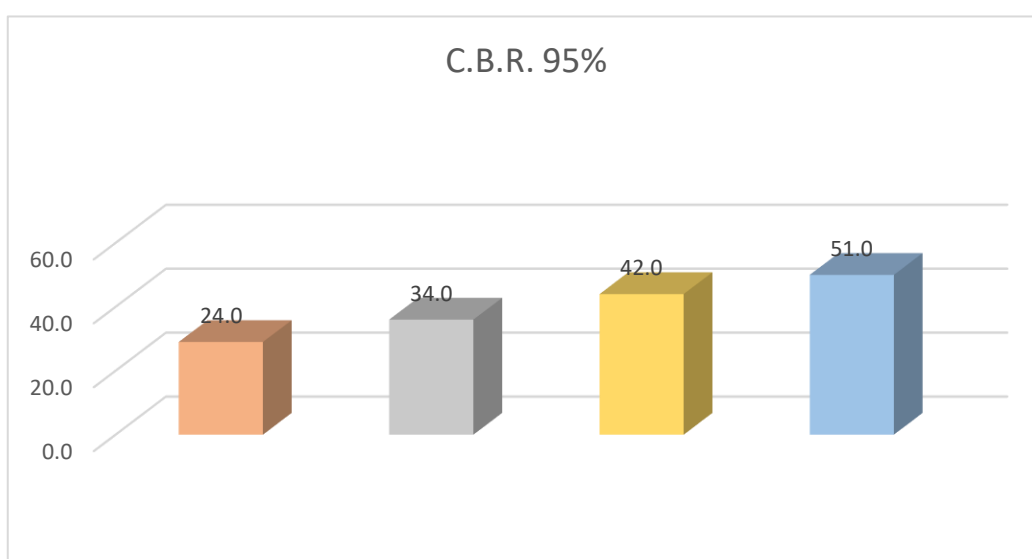


**Tabla 18.** CBR (California Bearing Ratio) 95%

C.B.R. 95%	
SN 100%	24
SN 95% + CF 5%	34
SN 85% + CF 15%	42
SN 75% + CF 25%	51

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI

**Figura 24.** CBR (California Bearing Ratio) al 95%



**Resultado:** Lo detallado por la Tabla N°18 se puede observar que los CBR (California Bearing Ratio) de las pruebas realizadas de la muestra de suelo natural y con la aplicación de Ceniza de fondo con diferentes dosis nos demuestra que al incorporar más proporción de ceniza de fondo el CBR (California Bearing Ratio) incrementan las propiedades para la estabilización de la subrasante, para tener resultados favorables se propone usar más del 25% de la ceniza de fondo para mejorar la estabilización de suelos arcillosos.

Por lo detallado en el gráfico de la Figura 24 podemos interpretar y verificar el incremento del valor del CBR (California Bearing Ratio) al 100% corroborando que al incremento de la aplicación de ceniza de fondo se incrementa el valor de CBR, por consiguiente, podemos corroborar que la “escoria de madera de fondo” tiene propiedades aglutinantes para el tipo de suelo “SC – SM”.

“La resistencia a la compresión no confinada” (UCS) es el esfuerzo de compresión axial máximo el cual puede soportar una muestra de material cilíndrica recta la muestra bajo condiciones no confinadas, se puede determinar a medida que se añade la “escoria de madera de fondo” se incrementa su resistencia.

**Tabla 19.** *Ensayo de compresión no confinada en muestra de suelos.*

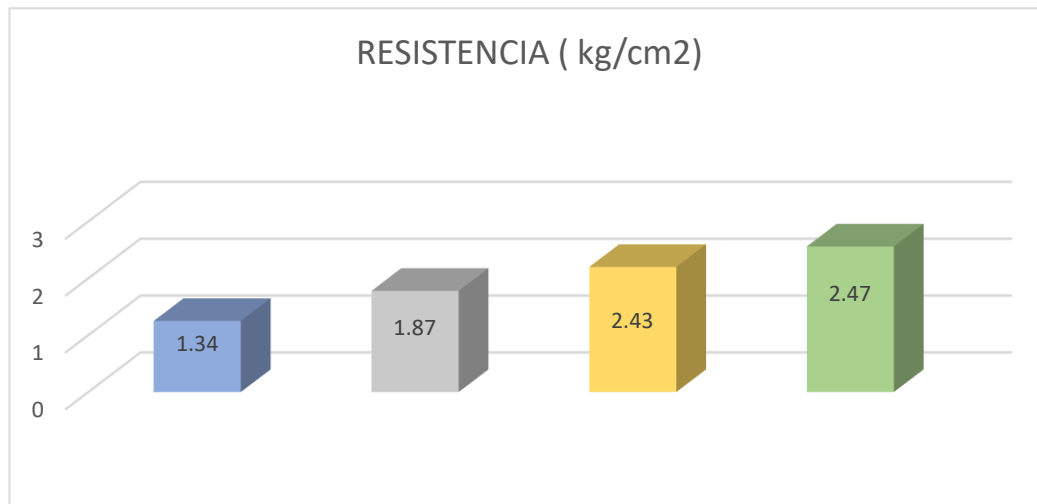
N° DE TESTIGOS	DENOMINACION	EDAD (Días)	DIAM. (cm)	AREA (cm)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	SN 100%	28	10	78.5	105	1.34
2	SN 95% + CF 5%	28	10.1	80.1	150	1.87
3	SN 85% + CF 15%	28	10.1	80.1	195	2.43
4	SN 75% + CF 25%	28	10.4	84.9	210	2.47

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI

**Tabla 20.** *Resultados Resistencia.*

"RESISTENCIA (kg/cm2)"	
SN 100%	1.34
SN 95% + CF 15%	1.87
SN 85% + CF 15%	2.43
SN 75% + CF 25%	2.47

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI



**Figura 25.** Resistencia

**Interpretación:** Según la figura 25 la resistencia en la muestra de suelo natural bajo la incorporación al 25 % de ceniza de fondo, da como resultado una resistencia de 2.47 kg/cm<sup>2</sup>, así se pudo verificar que la resistencia es mayor.

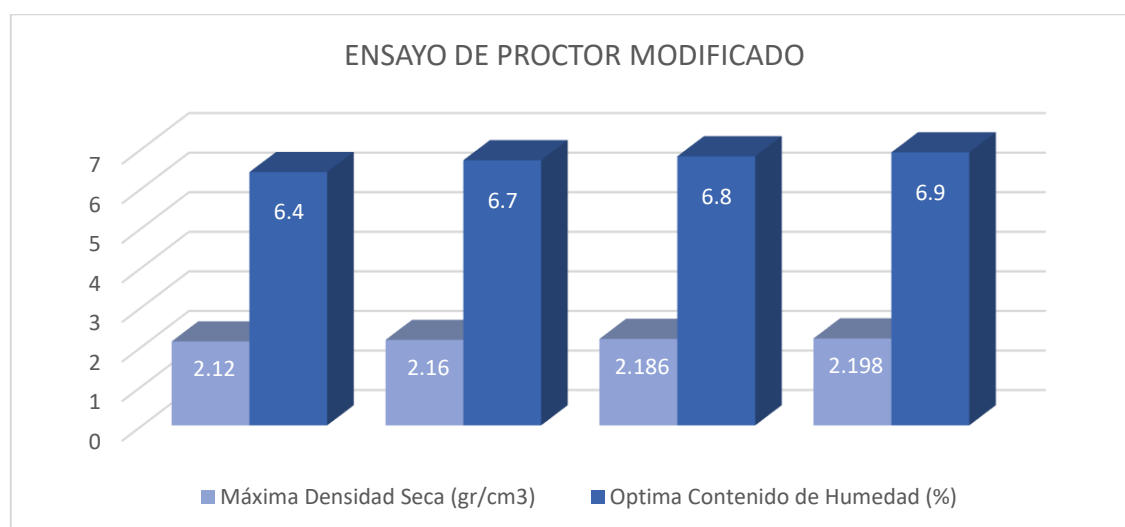


**Tabla 21. Resumen de ensayos de Proctor Modificado.**

DOSIFICACIONES	Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	Optima Contenido de Humedad (%)
Ensayo de Proctor Modificado de SN 100%	2.12	6.4
Ensayo de Proctor Modificado de SN 95% + CF 5%	2.16	6.7
Ensayo de Proctor Modificado de SN 85% + CF 15%	2.186	6.8
Ensayo de Proctor Modificado de SN 75% + CF 25%	2.198	6.9

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI

**Figura 26. Ensayo de Proctor Modificado**



El ensayo de corte directo, es un método determinante de la resistencia al corte de una muestra de suelo representativa seleccionada y sometida al esfuerzo horizontal en relación a una carga vertical externa.

En este estudio se presentan resultados de pruebas de laboratorio ensayadas de corte directo al SN100% como muestra inalterada o blanco y mezclas en proporciones de una parte que corresponden a un suelo arena limosa arcilla “**SM - SC - ceniza de fondo**” en las siguientes combinaciones: SN95% + CF5%, SN85% + CF15%, SN75% + CF25%, de manera que podamos determinar lo favorable del uso de la ceniza de Fondo, demostrando o contradiciendo la hipótesis planteada para la presente investigación: “la aplicación de la ceniza de madera de fondo favorece de manera significativa en la estabilización de la subrasante en la Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021”.

**Interpretación:** la finalidad del presente ensayo de Corte Directo busca establecer cuantificaciones de firmeza, resistencia al esfuerzo cortante en las muestras de suelos que son evaluadas en laboratorio a un esfuerzo horizontal en relación a una fuerza de peso vertical. Por ello se planteó cuatro combinaciones de muestra representativa patrón (blanco) y “ceniza de madera fondo” (SN 100%, SN 95% + CF 5%, SN 85% + CF 15% y SN 75% + CF 25%) con el propósito de cotejar los efectos logrados, para finalmente corroborar la “hipótesis” planteada en la investigación con la finalidad de incrementar las propiedades físico - mecánicas del suelo estudiado.

**Tabla 22.** *Datos Utilizados para el ensayo de Corte Directo de suelos bajo Condiciones Consolidadas Drenadas.*

DOSIFICACION	ESFUERZO CORTANTE VELOCIDAD DE CORTE (mm/min)	ESFUERZO NORMAL CARGA AXIAL (kg)
SN 100%		0.5
SN 95% + CF 5%	0.143	1
SN 85% + CF 15%		2
SN 75% + CF 25%		

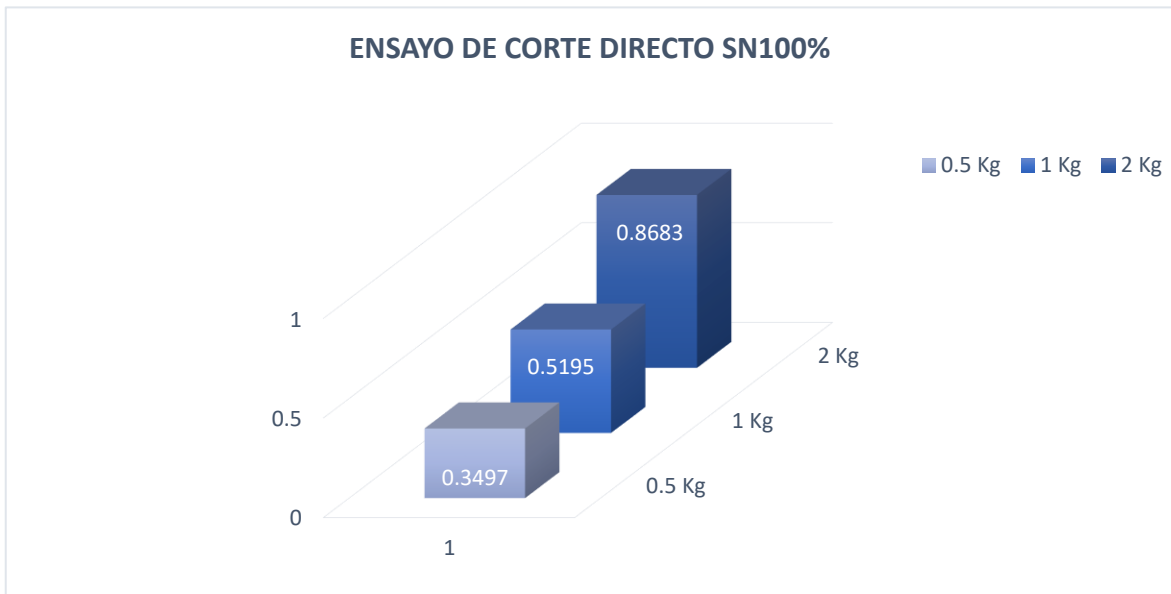
Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-LSP

**Tabla 23.** *“Ensayo de Corte Directo para una dosificación de S100%”.*

Dosificación SN100%	
ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE (kg/cm <sup>2</sup> )
0.5 Kg	0.3497
1 Kg	0.5195
2 Kg	0.8683

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-LSP

**Figura 27.** Prueba ensayada de Corte Directo SN100%



**Tabla 24.** Resultados de Cohesión y Angulo de Fricción S100%

Dosificación	COHESION (kg/cm <sup>2</sup> )	Angulo de Fricción (φ)
SN 100%	17.5	19.4°

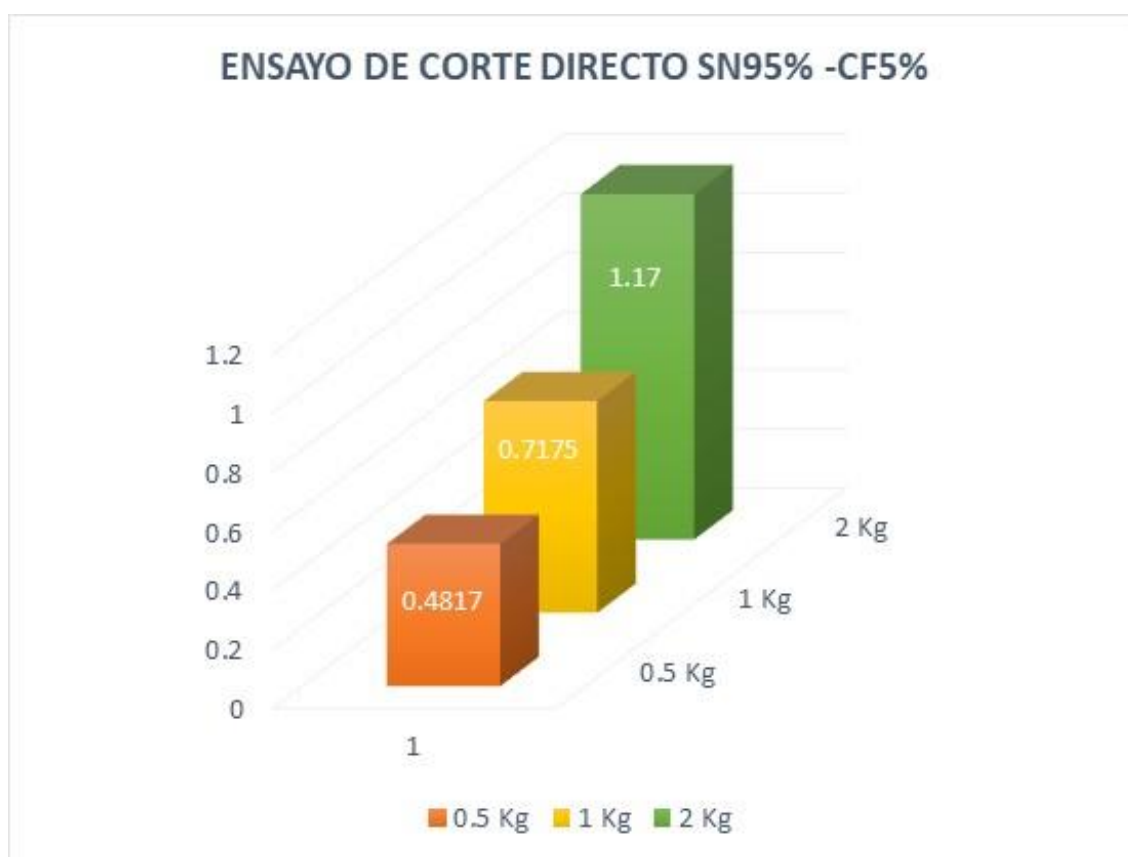
Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-LSP

**Tabla 25.** Ensayo de Corte Directo para una dosificación de: SN95% + CF5%

Dosificación SN95% -CF5%	
ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE
0.5 Kg	0.4817
1 kg	0.7175
2 kg	1.17

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-LSP

**Figura 28.** Prueba ensayada de Corte Directo SN95% + CF5%



**Tabla 26.** Resultados de Cohesión y Angulo de Fricción SN95% + CF5%

Dosificación	COHESION (KPa) (kg/cm <sup>2</sup> )	Angulo de Fricción ( $\phi$ )
SN 95% + CF 5%	25.50	25.0°

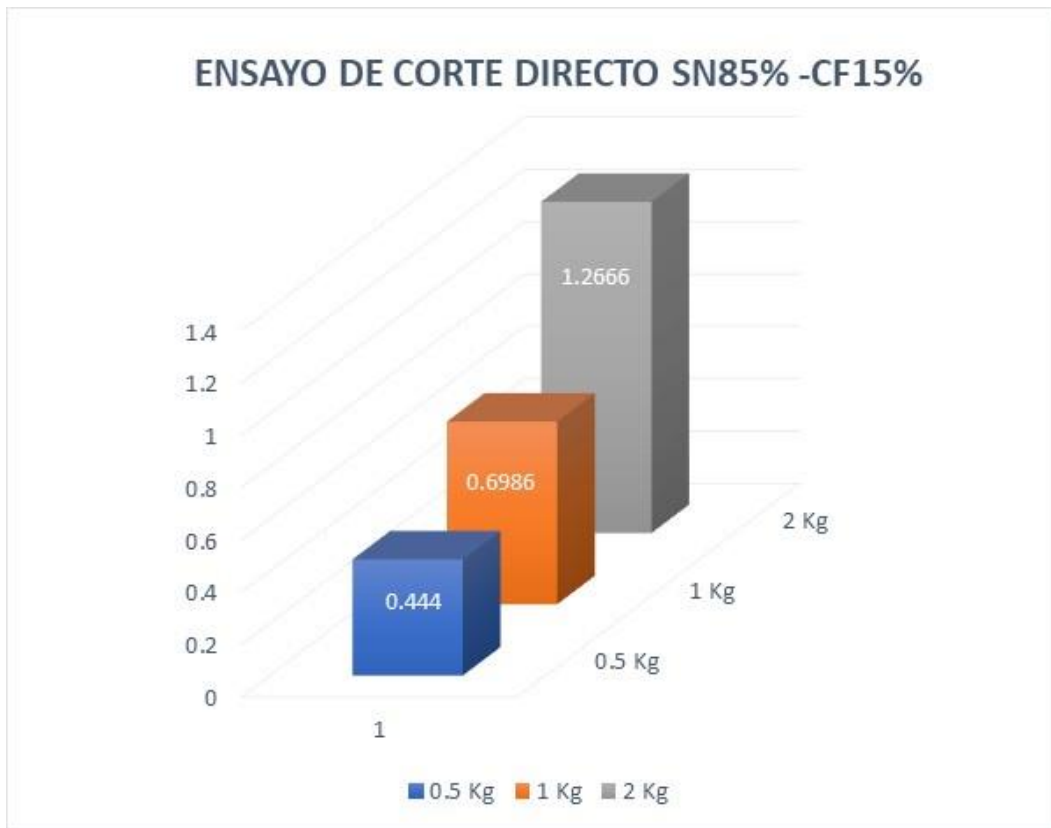
Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-LSP

**Tabla 27** Ensayo de Corte Directo para una dosificación de: SN85% -CF15%

Dosificación SN85% -CF15%	
ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE
0.5 Kg	0.444
1 kg	0.6986
2 kg	1.2666

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-LSP

**Figura 29.** Prueba ensayada de Corte Directo SN85% -CF15%



**Tabla 28.** Resultados de *Cohesión* y *Angulo de Fricción* SN85% -CF15%

Dosificación	COHESION (KPa) (kg/cm <sup>2</sup> )	Angulo de Fricción ( $\phi$ )
SN 95% + CF 5%	18.00	28.1°

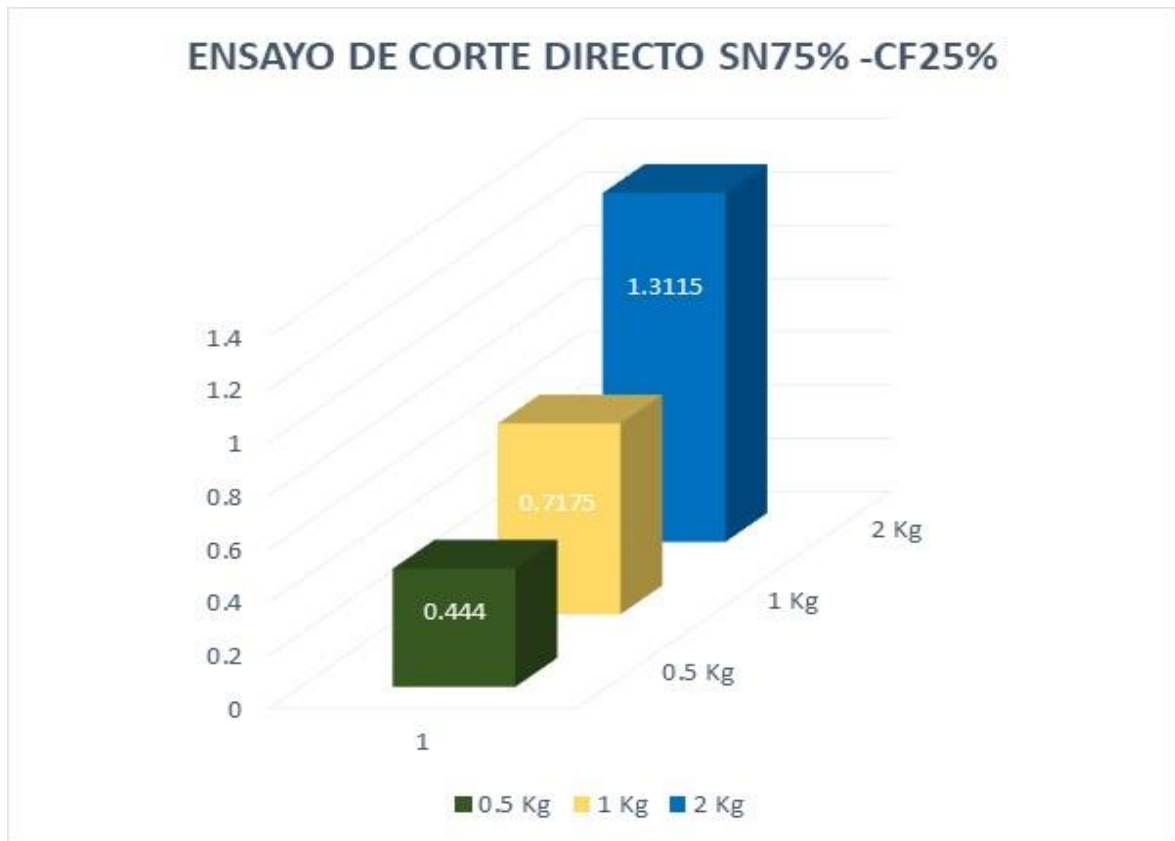
Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-LSP

**Tabla 29.** *Ensayo de Corte Directo para una dosificación de SN75% -CF25%*

Dosificación SN75% -CF25%	
ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE
0.5 Kg	0.444
1 kg	0.7175
2 kg	1.3115

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-LSP

**Figura 30.** Prueba ensayada de Corte Directo SN75% -CF25%



**Tabla 30.** Resultados de Cohesión y Angulo de Fricción SN85% -CF15%

Dosificación	COHESION (KPa) (kg/cm <sup>2</sup> )	Angulo de Fricción ( $\phi$ )
SN 95% + CF 5%	14.70	30.6°

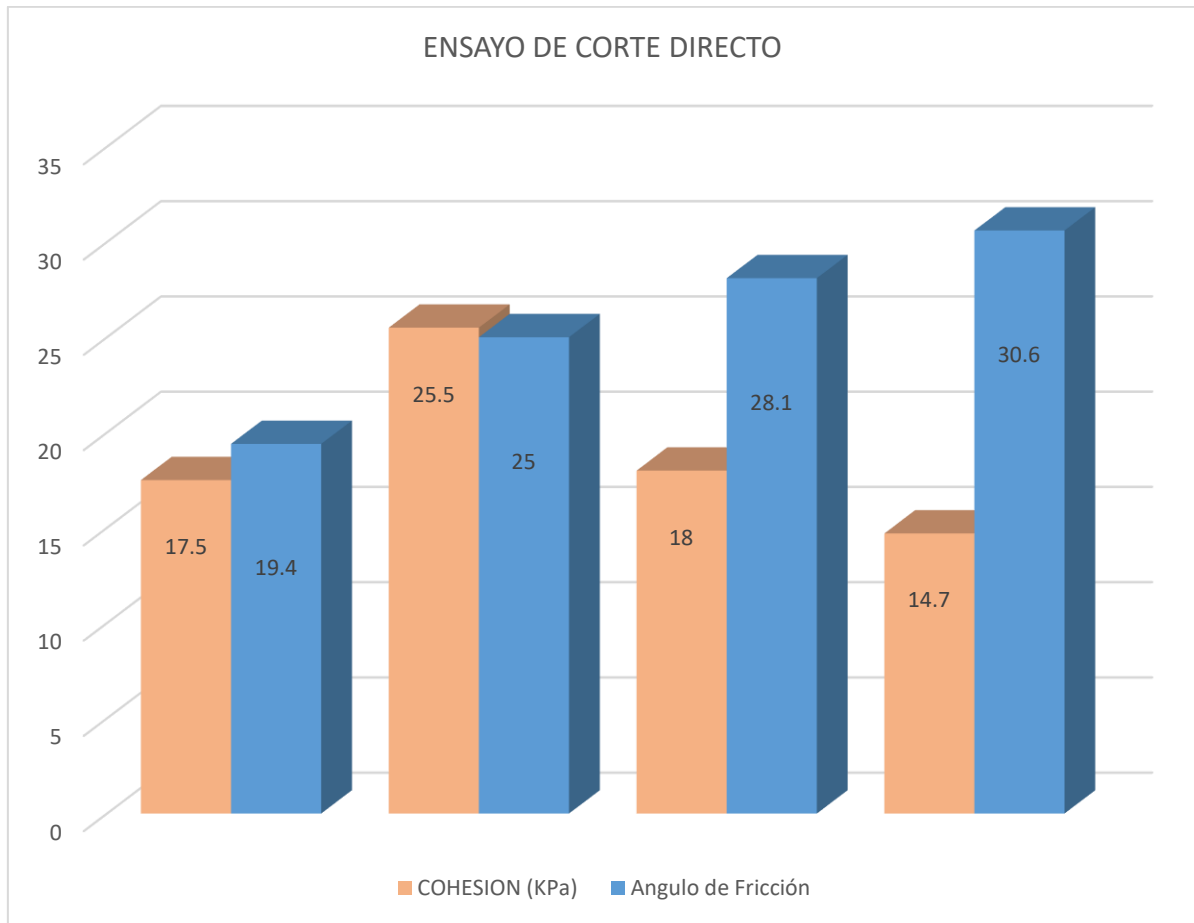
Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-LSP

**Tabla 31.** Cohesión y Angulo de fricción:

Dosificación	COHESION		Angulo de Fricción ( $\phi$ )
	(KPa)	(kg/cm <sup>2</sup> )	
SN 100%	0.18	17.50	19.4°
SN 95% + CF 5%	0.26	25.50	25.0°
SN 85% + CF 15%	0.18	18.00	28.1°
SN 75% + CF 25%	0.15	14.70	30.6°

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-LSP

**Figura 31. Corte Directo**

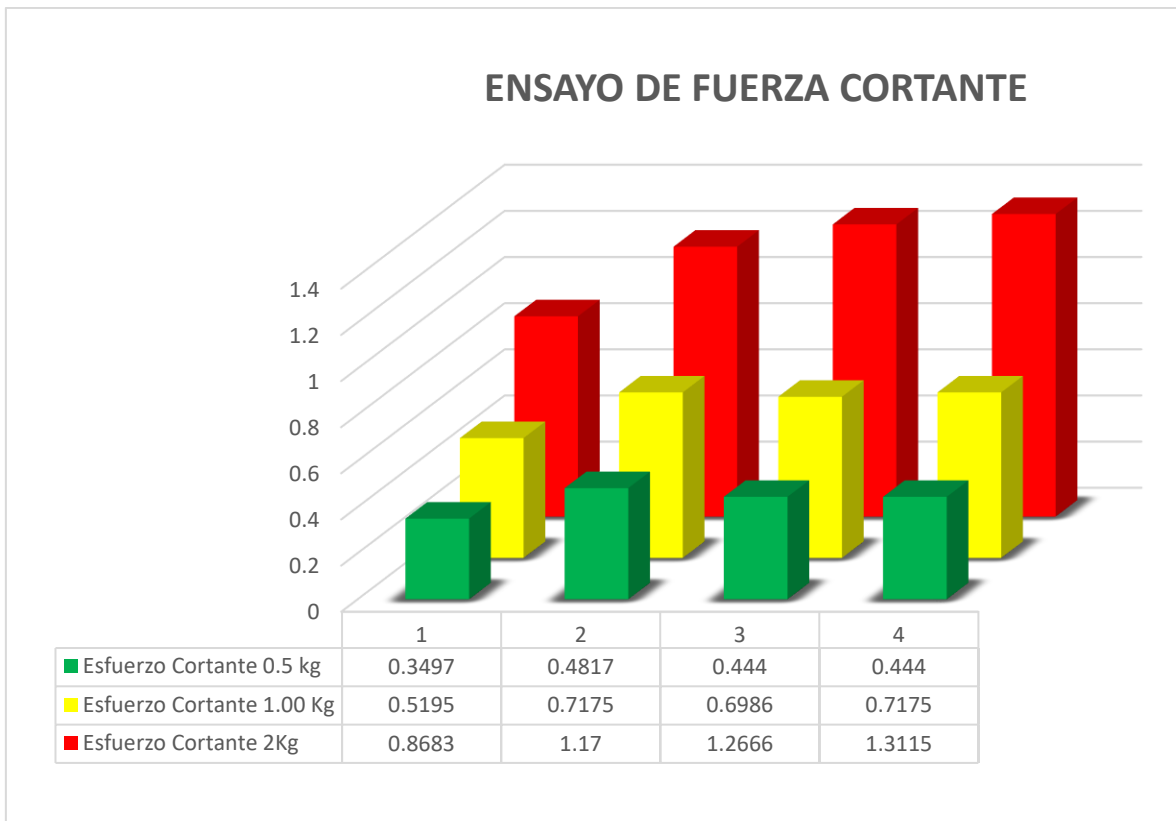


**Tabla 32. Resumen de Esfuerzo Cortante**

Dosificación	Esfuerzo Cortante		
	0.5 kg	1.00 Kg	2Kg
SN 100%	0.3497	0.5195	0.8683
SN 95% + CF 5%	0.4817	0.7175	1.17
SN 85% + CF 15%	0.444	0.6986	1.2666
SN 75% + CF 25%	0.444	0.7175	1.3115

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-LSP

**Figura 32.** Resumen Fuerza Cortante





## **V. DISCUSIÓN**

La investigación tiene por objetivo evaluar de qué forma favorece la incorporación de la “ceniza de madera de fondo” en el equilibrio de la subrasante en la estabilización de suelos **Arena limosa arcilla**, razón por la que surge la hipótesis, y que da lugar a una evaluación de la conducta de la muestra de suelo y el incremento de “la ceniza de fondo”, de acuerdo a los efectos logrados en los ensayos de laboratorio se determina un análisis en función a los objetivos y los antecedentes mencionados.

Desde el punto de vista de ubicación geográfica la investigación realizado por: **Mamani y Yataco (2017)** en la tesis “Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho” (p. 2). Cuyos resultados obtenidos en la muestra de suelo son las siguientes:

**Figura 33.** *Contenido de humedad y límite de consistencia. Autor Mamani y Yataco (2017)”*

Calicata	Contenido de Humedad (%)	Límite de consistencia			Clasificación
		LL (Malla N° 40)	LP (Malla N° 40)	IP (%)	SUCS
C- 01	80.712	82.71	23.37	59.34	CH

Mientras que cálculos resultantes de la investigación realizadas en la muestra de suelo obtenida de la Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho, obtenida de dos calicatas.

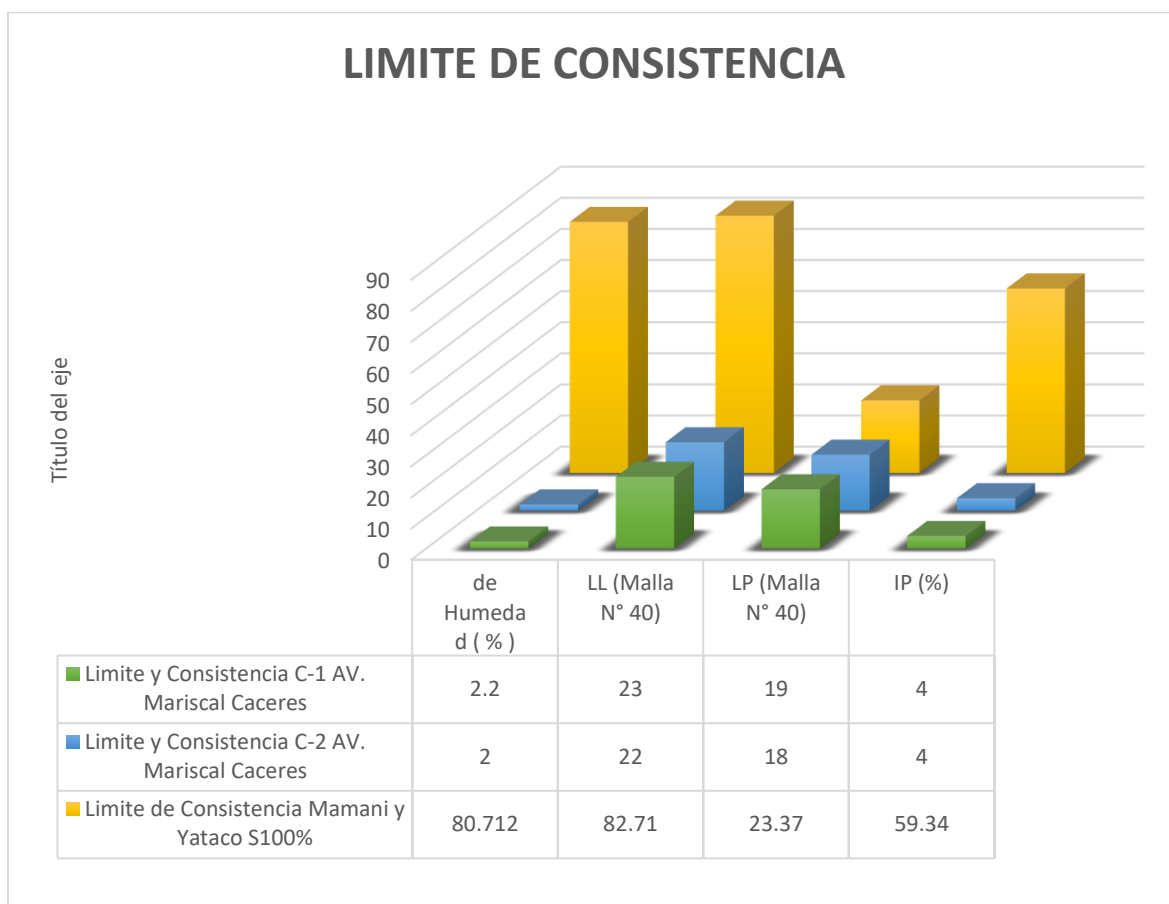
**Tabla 2.** *Determinación de la Humedad de muestra y Limite de consistencia*

Calicata	Contenido de Humedad (%)	Límite de consistencia			Clasificación	
		LL (Malla N° 40)	LP (Malla N° 40)	IP (%)	SUCS	AASHTO
C- 01	2.2	23	19	4	SC-SM	A-1-b (0)
C- 02	2	22	18	4	SC-SM	A-1-b (0)

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI

De acuerdo al trabajo de investigación realizado por “Mamani y Yataco”, los resultados obtenidos para el Contenido de Humedad son de 82.712% y los cálculos resultantes que se pudieron conseguir de acuerdo a la presente investigación fue de 2.2% y 2.0%, tras la comprobación el porcentaje de humedad que existe para la muestra en términos de su peso seco, para estos casos fueron sacados de calicatas excavadas a 1.5 m como manda la norma técnica de sus respectivas zonas de intervención. Acerca de los cálculos resultantes de Limite plástico (LP), Límite líquido (LL) y el Índice de Plasticidad (IP), los resultados que se consiguieron para la muestra de suelo de “Mamani y Yataco” el (LL) fue de 82.71%, (LP) 23.37% y el (IP) de 59.37%, y por los procedimientos realizados en la investigación presentada se tiene el (LL) de 23%, (LP) de 19% y el (IP) de 4% para la muestra C-01, y (LL) de 22%, (LP) de 18% y el (IP) de 4%, para la muestra C-2 en donde se refleja claramente que el límite líquido de la muestra de suelo de la Avenida Mariscal Cáceres es mucho menor al cotejarse los cálculos obtenidos por la muestra de suelo del trabajo de investigación de “Mamani y Yataco”, el Índice de plasticidad es alto en la muestra de suelo de la tesis de Mamani y Yataco mientras que los cálculos obtenidos en la investigación con respecto a la muestra de suelo de la Avenida Mariscal Cáceres. Así mismo en el ensayo de laboratorio correspondiente al “análisis granulométrico” “Mamani y Yataco” utilizaron el método “SUSCS” el cual nos indica que la muestra de suelo corresponde a una arcilla de alta Plasticidad, debido a que sus partículas son muy pequeñas y mientras que en la muestra de la Avenida Mariscal Cáceres resulto ser un tipo “SC – SM” que nos indica a una “arena limosa arcilla” descrita como un tipo de suelo base granular para pavimentación con un valor de 59 lo cual es característico de un suelo regular a pobre y una clasificación “AASHTO A-1-b (0)”, el cual tiene por característica como componente predominante a la arena gruesa y baja plasticidad en el material ligante de suelo. Los resultados podremos apreciarlos el gráfico comparativo de los resultados, visualizándose las distintas diferenciaciones para cada una de ellas.

**Figura 34. Grafica Comparativa para Limite de Consistencia**



**Huancoillo (2017)** señala su investigación: “Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané – Chupa – Puno”.

En la prueba del CBR se tiene como resultado al 100% con cada dosificación lo siguiente:

*Figura 35. “Cuadro resumen de CBR al 100% para Huancoillo (2017)”*

<b>C.B.R. 100%</b>	
<b>SN 100%</b>	20
<b>SN 90% + CV 5%+C 5%</b>	103
<b>SN 80% + CV 15%+C 5%</b>	123
<b>SN 70% + CV 25%+C 5%</b>	80

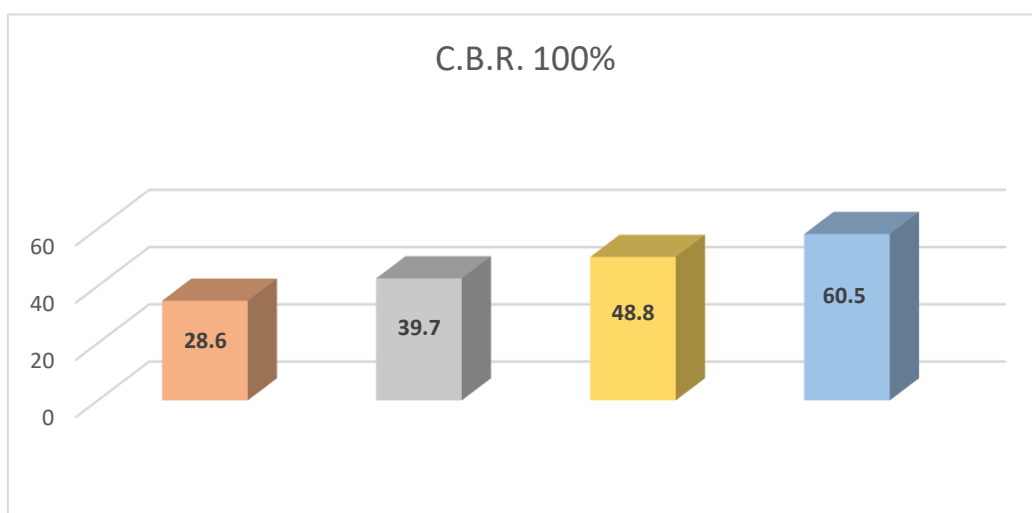
Para el trabajo de elaborado se usó tres combinaciones adicionales a la muestra del suelo natural, cuyos resultados para al ensayo de C.B.R. al 100% son:

**Tabla 17.** Cuadro resumen de CBR (California Bearing Ratio) 100% para la Avenida Mariscal Cáceres Ayacucho

C.B.R. (California Bearing Ratio)100%	
SN 100%	28.6
SN 95% + CF 5%	39.7
SN 85% + CF 15%	48.8
SN 75% + CF 25%	60.5

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-M&V/JMI

**Figura 36.** CBR (California Bearing Ratio)” 100%



Según los resultados obtenidos por Huancoillo se pudo verificar que para el Suelo Natural en un 100% se tiene un 20% de CBR(California Bearing Ratio), que nos indica que el suelo no reúne las características mínimas para la conformación de una base o sub base para el uso en pavimento a nivel afirmado, al adicionar ceniza volante en diferentes porcentajes de 5%, 15% y 25% y Cal 5% (cte) se puede visualizar un aumento del CBR (California Bearing Ratio), de acuerdo a ello se puede determinar que incrementan sus características de resistencia en la conformación de una base o sub base en pavimentos a nivel afirmado. Los resultados que se obtuvieron en la prueba de C.B.R. (California Bearing Ratio) en la presente investigación, podemos verificar que el suelo muestra en estado natural

tiene un 28.6% de CBR(California Bearing Ratio) el cual es un indicativo que el porcentaje no es óptimo en la estabilización de la subrasante, al incorporar ceniza de fondo en porcentajes de 5%, 15% y 25% hay un ligero aumento en el CBR, cuando es mayor la incorporación de la ceniza de fondo, se incrementa la resistencia al esfuerzo cortante del suelo.

**Mamani y Yataco (2017)** en la tesis “Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho”. Los resultados obtenidos en el ensayo de Corte Directo para las tres diferentes mezclas y la muestra de suelo natural fueron los siguientes:

**Figura 37.** “Datos utilizados para el Ensayo de Corte Directo de suelos bajo Condiciones Consolidadas Drenadas para Mamani y Yataco (2017)”

DOSIFICACION	ESFUERZO CORTANTE	ESFUERZO NORMAL
	VELOCIDAD DE CORTE (mm/min)	CARGA AXIAL (kg)
SN 100%	0.35	0.9
SN 95% + CF 5%		1.8
SN 85% + CF 15%		3.6
SN 75% + CF 25%		

**Figura 38.** “Cuadro resumen de Esfuerzo cortante para Mamani y Yataco (2017)”

Dosificación	Esfuerzo Cortante		
	0.9 kg	1.80 Kg	3.6 Kg
SN 100%	0.088	0.128	0.171
SN 80% + CF 20%	0.132	0.179	0.240
SN 70% + CF 30%	0.179	0.282	0.340
SN 50% + CF 50%	0.159	0.229	0.284

Las tablas detallan la dosificación y cargas que fueron utilizadas en el trabajo de investigación, que se han ido incrementando en: 0.9 kg, 1.8 kg y 3.6 kg, la velocidad de corte es de 0.35 mm/min, se usó cuatro muestras, la primera es la muestra patrón o suelo natural en su 100%, a la segunda muestra se incorpora 20% de “ceniza de fondo”, a la tercera 30% de CF y para finalizar con un incremento de 50% de CF al terreno natural, se verifica incrementado la cantidad de ceniza de fondo mayor es la resistencia a las cargas verticales, verificando que al incorporar el 30% de CF al suelo natural el Angulo de fricción y la Cohesión se incrementan favorablemente.

Para este trabajo de investigación realizado se elaboraron 4 ensayos con mezclas a proporciones diferentes, obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 22.** “*Datos Utilizados para el Ensayo de Corte Directo de suelos bajo Condiciones Consolidadas Drenadas*”

DOSIFICACION	ESFUERZO CORTANTE	ESFUERZO NORMAL
	VELOCIDAD DE CORTE (mm/min)	CARGA AXIAL (kg)
SN 100%	0.143	0.5
SN 95% + CF 5%		1
SN 85% + CF 15%		2
SN 75% + CF 25%		

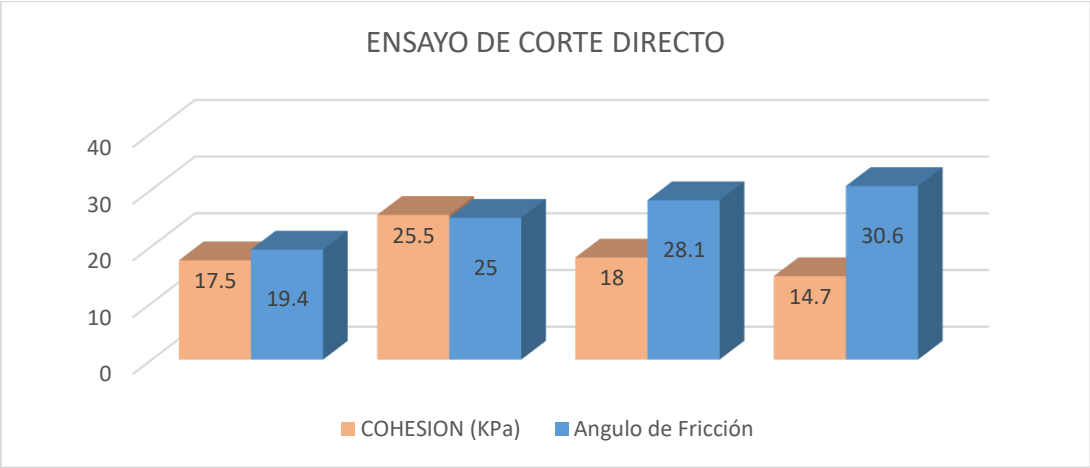
**Tabla 32.** *Cuadro resumen de Esfuerzo Cortante*

Dosificación	“Esfuerzo Cortante”		
	0.5 kg	1.00 Kg	2Kg
SN 100%	0.3497	0.5195	0.8683
SN 95% + CF 5%	0.4817	0.7175	1.17
SN 85% + CF 15%	0.444	0.6986	1.2666
SN 75% + CF 25%	0.444	0.7175	1.3115

Fuente: Informe de Ensayo N°055-2021-LSP

Para este ensayo las dosificaciones de las cargas verticales serán en magnitudes de 0.5 kg, 1.0 kg y 2.0 kg, para la “velocidad de corte de 0.143 mm/min”, se determinó los resultados, en cuatro muestras diferentes, la primera es la muestra patrón o suelo natural en su 100% sin alteraciones, la segunda es el suelo natural más el incremento del 5% de CF, a la tercera será el suelo natural más la incorporación de un 15% de CF y para concluir con la investigación se tendrá el suelo natural con una incorporación del 25% de CF, se puede concluir por los resultados que a mayor adición de “ceniza de fondo” mayor es el incremento de “la resistencia al corte”. Los resultados de la “Cohesión y el Angulo de fricción” reflejan un aumento favorable.

**Figura 39.** *Resumen de cohesión y ángulo de fricción Corte Directo*





## **VI. CONCLUSIONES**

Obtenido los resultados de las muestras ensayadas en laboratorio, podemos concluir que:

Se determino la “Granulometría y Clasificación de suelos” mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelo (SUCS) y nos da como resultado que la muestra estudiada de suelo es de tipo “SC – SM (Arena Limosa Arcilla)”, cuyas principales características de: “compresión, expansión, conductividad hidráulica y drenaje” es imperceptible y el valor como material de relleno se hace más estable cuando es compactada, según la clasificación del suelo por el método “AASHTO” es de tipo “A-1-b (0)” que se traduce como material granular que se encuentra constituido por arena gruesa, y poca plasticidad del material ligante de suelo.

Se realizo una distribución de la fracción fina en un tamiz N° 200 de la “escoria de madera de fondo” y de la muestra de suelo patrón de la Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021. De acuerdo a los estudios realizados se determinó la cantidad óptima de humedad y la máxima densidad seca de la subrasante con incremento y sin incremento de ceniza de madera de fondo para la Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021, como se puede comprobar en los resultados, disminuyendo el porcentaje de humedad optima de la muestra de suelo con respecto a las mezclas de la muestra patrón y la “ceniza de madera de fondo”, en la presente investigación se hizo 4 combinaciones (SN100%, SN95% + CF5%, SN85% + CF15% y SN75% Y CF25%), dando mejores resultados al emplear 25% de CF a la muestra de terreno natural, obteniendo un contenido de humedad de 6.9% y una máxima densidad seca de 2.198 gr/cm<sup>3</sup>.

Se determino por las resultantes el angulo de fricción y resistencia de la muestra patrón de suelo al adicionar ceniza de madera de fondo para dar mayor estabilidad de la subrasante en la Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021; según los estudios realizados de “Corte Directo según la norma ASTM D3080”, se puede afirmar que cuanto mayor es el incremento de ceniza mayor se incrementan las propiedades cementantes incrementando así la resistencia al corte de manera que favorece positivamente la utilización de la ceniza de madera de fondo para garantizar la estabilización de la sub rasante en la Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Los estudios realizados hasta la fecha, muestran las bondades e incrementos significativos en la estabilización de sub rasante con la incorporación de Ceniza de fondo con otros aditivos, en futuras investigaciones se recomienda realizar un estudio de disponibilidad de materia prima, y evaluación de costos de manera que el uso de la ceniza de madera de fondo en los procesos constructivos de estabilización de suelos, sea masificada según los tipos de suelos que ya se han estudiado.

Es recomendable utilizar la ceniza de madera de fondo para estabilizar los suelos de baja capacidad portante, por ello es preciso que el Ministerio de transportes y Comunicaciones pueda realizar una adecuada difusión dando a conocer su importancia y los beneficios que pueda ofrecer su aplicación en suelos que requieran un mejoramiento con aditivos, pues al incrementar un material estabilizante mejora notablemente los parámetros de CBR, Proctor Modificado, disminuye el índice de plasticidad cumpliéndose los parámetros detallados en la norma del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

Así mismo para futuras investigaciones similares, se sugiere utilizar esta investigación como una línea base; que permita estabilizar suelos del tipo de SC – SM en diferentes áreas geográficas de nuestro país, obteniendo dosificaciones en distintas muestras, lo cual originaría una tabla de dosificaciones con los resultados obtenidos, para futuros proyectos de estabilidad de subrasante en la pavimentación.

## REFERENCIAS

Argiz, C., Menéndez, E., & Sanjuán, M. (2013). Efecto de la adición de mezclas de ceniza volante y ceniza de fondo. *Materiales de construcción*, 49-64.

ARIAS, Fidas. *Introducción a la metodología científica*, 6 ta Ed. Venezuela, 2014. ISBN: 980-07-8529-9.

BARRIENTOS, Marianella (2016) *Metodología de Investigación*. Piura.

BUITRÓN, S., ENRÍQUEZ, A. (2018). Estudio de la estabilización de arcillas expansivas de Manabí con ceniza del volcán Tungurahua. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

CABRERA, José y PAREDES, Jery (2018) *Estabilización de suelos con cenizas de carbón mineral con fines de pavimentación en el centro poblado de cascajal izquierdo, Provincia de Santa – Ancash – 2018*. Chimbote.

CAÑAR, Edwin (2017) *Análisis comparativo de la resistencia al corte u estabilización de suelo arenosos finos y arcillosos combinados con cenizas de carbón*. Ecuador.

COBOS, Mario; ORTEGON, Carol y PERALTA, Juan (2019) *Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con cenizas provenientes de cáscara de coco y cisco de café*. Colombia.

CONANMA (2016). *Geotecnia*. Andalucía, España: Asociación de Laboratorios Acreditados de Andalucía.

CUBAS, Kevin y FALLEN, José (2016) *Evaluación de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y aplicación en carreteras no pavimentadas*. Tesis (Título de ingeniero Civil). Pimentel: Universidad Señor de Sipan.

DURÁN, G. (2016). *Mejoramiento de un Suelo Arcilloso con Ceniza de Madera: agregando valor a los residuos de la industria de ladrillos artesanales en el Perú*. En J. López (Presidencia), *Formando líderes innovadores con tecnología identificando nuevas oportunidades de crecimiento*. Simposio llevado a cabo en el XXI Congreso Internacional de Ingeniería y XIII Arquiforo “Visión 2016”, Lima, Perú.

GONZALES, Ángel (2014) Estabilización mecánica de suelos cohesivos a través de la utilización de cal - ceniza volante. Guatemala.

HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación, 6 ta Ed. Mc Graw-Hill. México 2010. ISBN 968-422-931-3.

HUANCOILLO, Yuniór (2017) Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané – Chupa – Puno. Puno.

KERLINGER, Fred. Investigación del Comportamiento, 4ta Ed. California, 2014.

KUKKO, H. "Estabilización de arcilla con subproductos inorgánicos". "Revista de materiales en Ingeniería Civil 2018".

LANDA, Jackes y TORRES, Sergio (2019) Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de Cenizas Volantes de Bagazo de Caña de Azúcar y Cal. Lima.

LOZADA, José (2015). Definición Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. Ecuador.

MAMANI, Lux y YATACO, Alejandro (2017) Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho. Lima.

MARTINEZ, José. Evaluación del mejoramiento de suelos arcillosos empleando materiales cementantes .Tesis (Título de ingeniero civil). México: Universidad Veracruzana, 2012.122pp.

M.T.C. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016) Manual de Ensayo de Materiales.

MORALES, D. (2015). Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas. (Tesis para Optar el Título de Ingeniero Civil). Universidad de Medellín facultad de Ingeniería Civil, Medellín, Colombia.

NIYAZI, U. K. & TURAN, O. (2016). Effects of lightweight fly ash aggregate properties on the behavior of lightweight concretes. *Journal of Hazardous Materials*, 2016 (179), 954-965.

NORABUENA, F. (2017). Resistencia de un suelo arcilloso sustituido al 6% por ceniza de bagazo de caña de azúcar en Huanroc – Macate. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Universidad San Pedro, Chimbote, Perú.

PARRA, Manuel (2018) Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante. Colombia.

PÉREZ, R. (2016). Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base. Lima, Perú.

ROBAYO NÚÑEZ, Estefania (2016). Comportamiento mecánico y durabilidad de morteros de cenizas de carbón volantes activadas alcalinamente. (Tesis de Grado para optar el título de Ingeniero Civil.) Pontificia Universidad Javeriana – Bogotá – Colombia

SWISSCONTACT. (2014). Programa Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales de América Latina para Mitigar el Cambio Climático (EELA). Lima, Perú: Calandria.

PÉREZ, R. (2015). Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base. Universidad Nacional de Ingeniería facultad de Ingeniería Civil sección Posgrado, Lima, Perú.

P.U.C.P. Pontificia Universidad Católica del Perú (2014). Guía de Laboratorio de Mecánica de Suelos.

RAMOS, M., ILLIDGE, D. (2017). Análisis de la modificación de un suelo altamente plástico con cascarilla de arroz y ceniza volante para subrasante de un pavimento (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.

RICO A. Y CASTILLO M. (2014) El papel de la mecánica de suelos en el proyecto y construcción de las obras viales. Mérida.

SANJUAN, Miguel; ARGIZ, Cristina; MENEDEZ, Esperanza (2017). Evaluación de un nuevo constituyente del cemento Portland: Ceniza de Fondo Molida. Madrid.

SALCEDO, Kaite y GUTIERREZ Lizet. Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (eco road 2000) para pavimentación Tesis (Título de ingeniero Civil). Huancayo: Universidad peruana Los Andes, 2016.146pp

SORIANO, C. (2012). Diagnóstico Nacional del Sector Ladrillero Artesanal. Lima, Perú: Mercadeando S.A.

SWISSCONTACT (2014). Programa Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales de América Latina para Mitigar el Cambio Climático (EELA). Lima, Perú: Calandria. TAM, Jorge; VERRA, Giovanna y OLIVEROS, Ricardo (2016) Tipos, Métodos y Estrategias de Investigación Científica. Pensamiento y Acción 5:145 – 154.

TERRONES, Andrea (2018) Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo – 2018. Trujillo.

UMAÑA PEÑA, J. C. Síntesis de Zeolitas a partir de Cenizas Volantes de Centrales Termoeléctricas de Carbón. Tesis de Doctorado – Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España, 2016.

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar Proyectos de Investigación Científica, 1era Ed. Lima 2014. ISBN: 978-612-302-878-7

WHITLOW, R. (2015). Fundamentos de Mecánica de suelos



## ANEXOS:

**Anexo 1:** Matriz de operacionalización de variables.

**Título: “Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021”**

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
<b>Variable Independiente (X)</b>  Ceniza de madera de fondo	Para Mamani (2017), “La ceniza de fondo comprende el fragmento grueso de ceniza producida en la cama inferior y el cámara de deflagración primaria. La ceniza de fondo constituye la mayor parte (60%) del total de las cenizas producidas por la deflagración de madera y carbón.”	Residuo orgánico producto de las ladrilleras artesanales, sub divididas en volantes y de fondo, diferenciadas en el diámetro de la partícula.	Características Físicas	Tamaño de las partículas  Distribución de fracción fina tamiz N° 200	Razón
			Propiedades mecánicas	Distribución de fracción fina tamiz N° 200  Contenido de humedad	Razón
<b>Variable Dependiente (Y)</b>	Según Álvarez (2016), “Conjunto de procesos físicos, químicos, tendientes a alterar las propiedades de los suelos que interesan para un preciso uso en ingeniería, haciendo que el “suelo” sea correcto para la	Proceso que tiene como objetivo la mejora de propiedades físicas y mecánicas.	Propiedades mecánicas	Distribución de fracción fina tamiz N° 200	Razón
				Contenido de humedad	Razón
				Densidad Máxima Seca	Razón

Estabilizar subrasante	utilización." (pág. 35)				
				Resistencia al esfuerzo	Razón
				Resistencia de cohesión y ángulo de fricción	Razón

*Fuente:* Elaboración propia

## Anexo 2: Matriz de Consistencia Título:

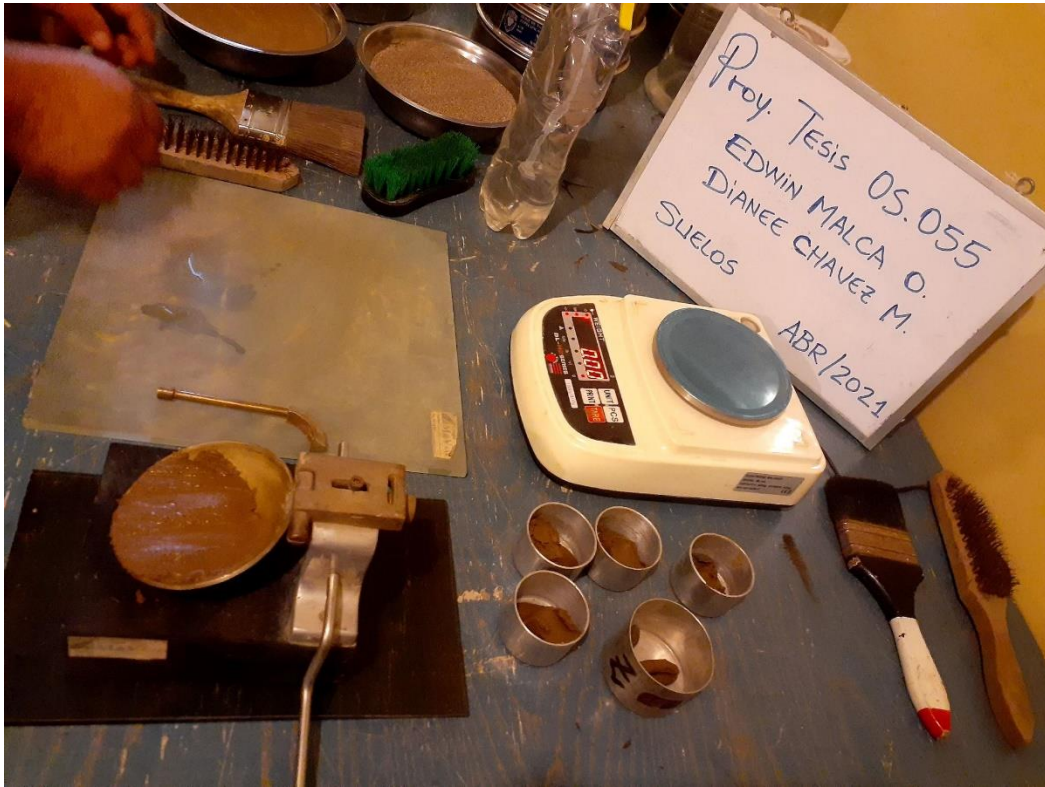
### “Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPOTESIS GENERAL</b>	<b>Variable Independiente (X)</b>  Ceniza de madera de fondo	Características Físicas  Propiedades mecánicas de la ceniza de fondo	Tamaño de las partículas	Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D422
¿De qué manera influye la aplicación de ceniza madera de fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021?	Evaluar de qué manera favorece la aplicación de ceniza de madera de fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021.	La aplicación de la ceniza de madera de fondo favorece de manera significativa en la estabilización de la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021.			Distribución de fracción fina tamiz N° 200	Análisis Granulométrico por Sedimentación ASTM D422
					Distribución de fracción fina tamiz N° 200	Clasificación del suelo mediante (SUCS)
					Contenido de humedad	Límites de consistencia ASTM D4318
<b>PROBLEMA ESPECIFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>HIPOTESIS ESPECIFICOS</b>		Propiedades	Distribución de fracción fina tamiz N° 200	Análisis Granulométrico por Sedimentación ASTM D422
¿Cuál es la distribución de fracción fina en el tamiz N°200 de la ceniza de madera de fondo y del material de muestra en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021?	Determinar la distribución de fracción fina en el tamiz N°200 de la ceniza de madera de fondo y del material de muestra en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021.	Se obtiene la distribución de fracción fina en el tamiz N°200 de la ceniza de madera de fondo y del material de muestra en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021.			Contenido de humedad	Límites de consistencia ASTM D4318
					Densidad Máxima Seca	Ensayo de Próctor Modificado
¿Cuál es el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca de la subrasante con y sin adición de ceniza de madera de fondo en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021?	Determinar el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca de la subrasante con y sin adición de ceniza de madera de fondo en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021.	El óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca se relaciona de manera significativa aplicando la ceniza de madera de fondo en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021.			Resistencia al esfuerzo	C.B.R.

		Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021.	<b>Variable Dependiente (Y)</b>	mecánicas		
¿Cuál es la resistencia y el ángulo de fricción de la muestra de suelo con adición de ceniza de madera de fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021?	Determinar la resistencia y el ángulo de fricción de la muestra de suelo con adición de ceniza de madera de fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021.	La resistencia y el ángulo de fricción de la muestra de suelo con adición de ceniza de madera de fondo se relaciona de manera significativa para estabilizar en la Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021	Estabilizar la Subrasante		Resistencia de cohesión y ángulo de fricción.	Ensayo de Corte Directo ASTM D3080

*Fuente:* Elaboración Propia

## ANEXO 2: PANEL FOTOGRAFICO



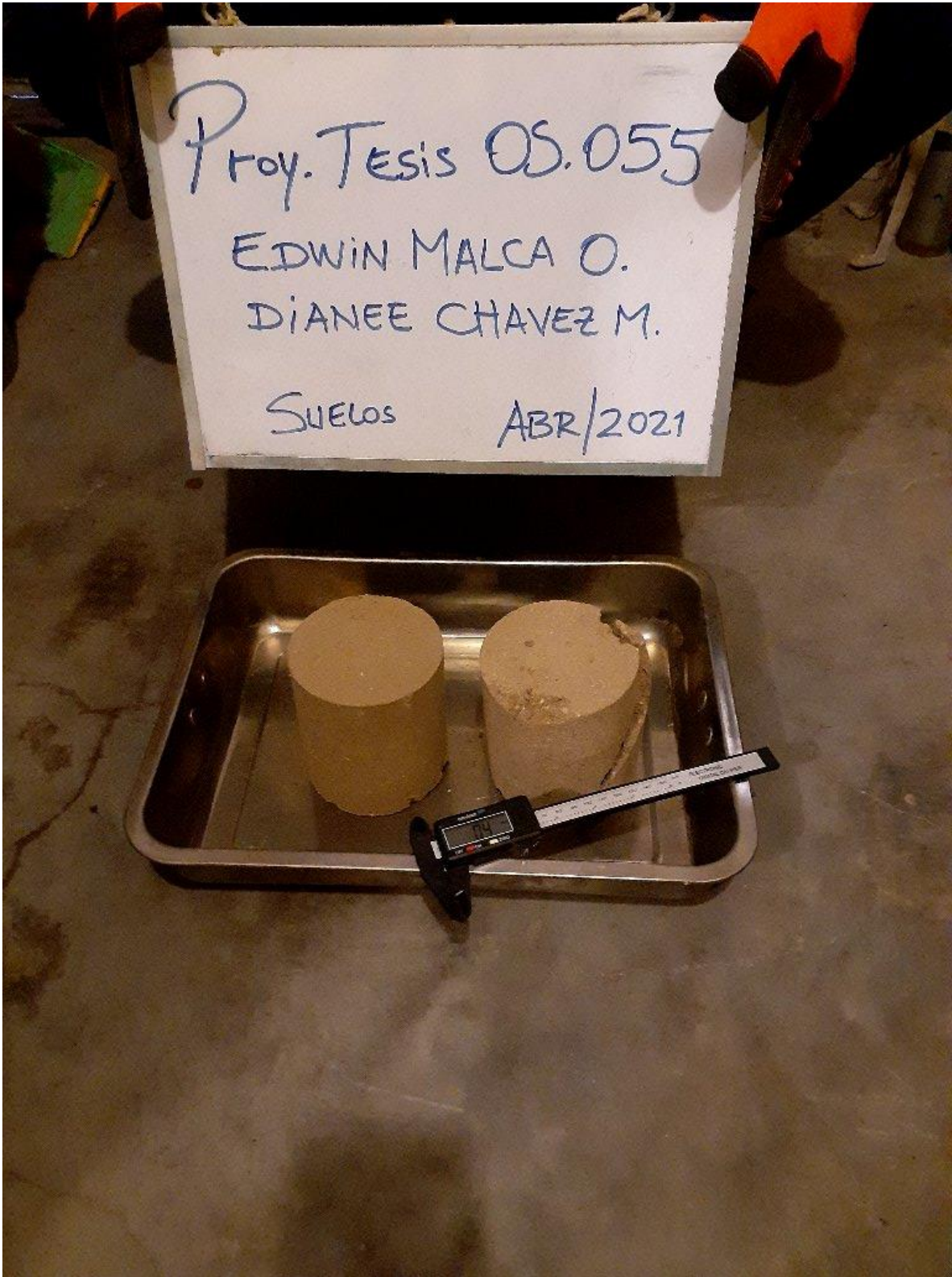
Muestras LL Y LP (IP) y Contenido de Humedad



Ensayo granulométrico



Ensayo CBR



Testigos de compresión de suelos



Ensayo Proctor modificado





Testigos de compresión de suelos



Ensayo CBR



Ensayo Proctor modificado



Equipo de corte directo, y Muestra ensayada



Ensayo de corte directo

## ANEXO 4: ENSAYOS DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2021 - M&V**

SOLICITANTE : EDWIN MALCA ORE MUESTRA : Probetas 4"x4"  
 DIANEE CHAVEZ MALCA  
 PROYECTO DE TESIS : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021" CONDICIÓN : Muestra moldeada.  
 PROCEDENCIA : Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho CANTIDAD : 04 unidades  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2021.04.01 FECHA DE ENSAYO : 2021.03.15 al 04.24


**MTC E 121 CONPRESIÓN NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS**

N° DE TESTIGO	DENOMINACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁM. (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Suelo Natural	17/03/21	14/04/21	28	10.0	78.5	105	1.34
2	Suelo 95% + 5% *	17/03/21	14/04/21	28	10.1	80.1	150	1.87
3	Suelo 85% + 15% *	17/03/21	14/04/21	28	10.1	80.1	195	2.43
4	Suelo 75% + 25% *	17/03/21	14/04/21	28	10.4	84.9	210	2.47
<b>Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión</b>								
Marca : G&L LABORATORIO		Modelo : STYE-2000			Serie : N° 170251			
Fecha de calibración: 2020.06.10 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 112 - 2020								

**Observaciones**

- \* Ceniza de madera.
- Fecha de orden de ensayo: 2021.03.15
- Se reporta el diámetro en cm., área (cm<sup>2</sup>) y carga en kilogramos (kg) por adecuarse a las unidades de diseño.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



  
 ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN  
 REG. CIP 83285  
 GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 24 de Abril del 2021

M&V (30/31)  
 gam/jch/kra  
 O.S. N°055

**DENSIDAD DE CAMPO (ASTM D-1556)**

PROYECTO:	Tesis "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"				CAPA :	BASE GRANULAR
SOLICITADO:	EDWIN MALCA ORE DIANEE CHAVEZ MALCA				TÉCN. :	A.Guevara
UBICACIÓN:	Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho				FECHA :	20.04.2021
HOYO N°		01	02	03	04	
PROGRESIVA (de inicio a)	Coordenadas:	Natural	Suelo 95% -	Suelo 95% -	Suelo 95% -	
			Ceniza de	Ceniza de	Ceniza de	
PROGRESIVA (de inicio a)			madera 5%	madera 5%	madera 5%	
PROFUNDIDAD DEL HOYO DE PRUEBA (cm)		15.0	15.0	15.0	15.0	
VOLUMEN DEL HOYO :						
01	PESO DE LA ARENA + FRASCO	(gr)	7900.0	7900.0	7900.0	7900.0
02	PESO DE LA ARENA REMANENTE + FRASCO	(gr)	2677.0	2700.0	2716.0	2691.5
03	PESO DE LA ARENA EMPLEADA [01-02]	(gr)	5223.0	5200.0	5184.0	5208.5
04	PESO DE LA ARENA EN EL CONO Y PLACA	(gr)	1462.7	1462.7	1462.7	1462.7
05	PESO DE LA ARENA EN EL HOYO [03-04]	(gr)	3760.3	3737.3	3721.3	3745.8
06	DENSIDAD DE LA ARENA	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.392	1.392	1.392	1.392
07	VOLUMEN DEL HOYO [05/06]	(cm <sup>3</sup> )	2701.4	2684.8	2673.3	2690.9
DENSIDAD SECA IN SITU DE LA MUESTRA TOTAL :						
08	PESO MUESTRA EXTRAIDA DEL HOYO + RECIPIENTE	(gr)	6037.0	6122.0	6200.0	6248.0
09	PESO DEL RECIPIENTE	(gr)	7.0	7.0	7.0	7.0
10	PESO DE LA MUESTRA EXTRAIDA DEL HOYO(08-09)	(gr)	6030.0	6115.0	6193.0	6241.0
11	DENSIDAD HUMEDAD IN SITU (10/07)	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.232	2.278	2.317	2.319
12	DENSIDAD SECA IN SITU (11/(1+(18/100)))	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.106	2.148	2.184	2.186
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA FRACCIÓN FINA (ASTM D-2216)						
13	PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + TARRO	(gr)	1225.0	1212.3	1206.8	1206.8
14	PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO	(gr)	1162.0	1149.5	1144.0	1144.0
15	PESO DEL AGUA [13-14]	(gr)	63.0	62.8	62.8	62.8
16	PESO DEL TARRO	(gr)	111.5	108.6	111.9	111.9
17	PESO DE LA MUESTRA SECA [14-16]	(gr)	1050.5	1040.9	1032.1	1032.1
18	PORCENTAJE DE HUM. DE LA MUESTRA TOTAL [15/17*100]	(%)	6.00	6.03	6.08	6.08
CORRECCIÓN DE LA DENSIDAD SECA Y CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-4718) :						
19	PESO MUESTRA EXTRAIDA SECA [10/(1+(18/100))]	(gr)	5688.8	5767.1	5837.8	5883.0
20	PESO DEL MATERIAL EXTRADIMENSIONADO HÚMEDO	(gr)	692.0	603.5	561.8	561.8
21	PESO DEL MATERIAL EXTRADIM. SECO [20/(1+(26/100))]	(gr)	686.2	598.4	557.1	557.1
22	PESO DEL MATERIAL DE LA FRACCIÓN FINA SECA (19-21)	(gr)	5002.6	5168.7	5280.7	5325.9
23	% DEL MATERIAL EXTRADIMENSIONADO [21/19*100]	(%)	12.1	10.4	9.5	9.5
24	% DEL MATERIAL DE LA FRACCIÓN FINA [22/19*100]	(%)	87.9	89.6	90.5	90.5
25	PESO ESPECÍFICO DEL MATERIAL EXTRADIM. (ASTM C-127)		2.535	2.535	2.535	2.535
26	% DE ABSORCIÓN DEL MATERIAL EXTRADIM. (ASTM C-127)	(%)	0.85	0.85	0.85	0.85
27	% DE HUMEDAD DE LA FRACCIÓN FINA [(100*18-26*23)/24]	(%)	6.71	6.63	6.63	6.63
28	DENSIDAD SECA FRACCIÓN FINA [12*25*24/(100*25-12*23)]	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.058	2.111	2.153	2.155
GRADO DE COMPACTACIÓN CORREGIDA :						
29	MÁXIMA DENSIDAD SECA DE PROCTOR MODIFICADO	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.120	2.160	2.186	2.198
30	PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN [28/29*100]	(%)	97.1	97.7	98.5	98.0
CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL COMPACTADO :						
% MÍN. COMPACTACIÓN ESPECIFICADO	-	CLASIF. SUCS	SC-SM	LIMIT LÍQUIDO (%)	23.0	
MÉTODO COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	C	CLASIF. AASHTO	A-1-b (0)	ÍNDIC PLÁSTIC. (%)	4.0	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.4%	P. ESPEC. PIED.	2.514	PASA MALL. N° 200	17.0	
OBSERVACIONES : Proctor Modificado Natural.						

G-M&V Ing SAC (31/31)  
sgc/fms  
OS. N° 055



**ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION**  
R.E.G. CIP 83285  
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 20 de Abril del 2021



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2021 - M&V/JMI

SOLICITANTE : EDWIN MALCA ORE  
DIANEE CHAVEZ MALCA

MUESTRA : SUELO

PROYECTO DE TESIS : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"

IDENTIFICACIÓN : Calicatas.

UBICACIÓN : Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho

CANTIDAD : 50.0 Kg

PRESENTACIÓN : Saco.

FECHA DE RECEPCIÓN : 01.04.2021

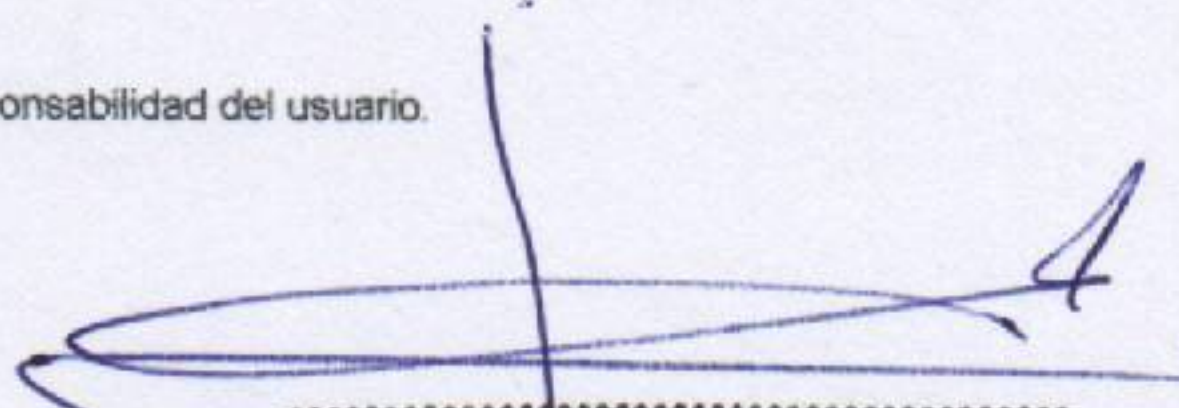
FECHA ENSAYO : 20.04.2021

MALLAS		DENOMINACIÓN	C-1 M-1 (0.00 - 1.50)		C-2 M-1 (0.00 - 1.50)				
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	NORMAS ENSAYO	RET (%)	PASA (%)	RET (%)	PASA (%)			
3"	76.200	MTC E-104 (2000)							
2 1/2"	63.500								
2"	50.800								
1 1/2"	38.100				100	100			
1"	25.400			2	98	4	96		
3/4"	19.050			6	92	3	93		
1/2"	12.700			4	88	5	88		
3/8"	9.525			8	80	6	82		
1/4"	6.350			7	73	7	75		
N° 4	4.760			10	63	8	67		
N° 6	3.380			4	59	3	64		
N° 8	2.380			4	55	5	59		
N° 10	2.000			3	52	3	56		
N° 16	1.190			5	47	4	52		
N° 20	0.840			2	45	5	47		
N° 30	0.590			3	42	3	44		
N° 40	0.426			4	38	4	40		
N° 50	0.297			3	35	3	37		
N° 80	0.177			11	24	10	27		
N° 100	0.149			3	21	3	24		
N° 200	0.074		4	17	4	20			
- N° 200	-		17	-	20	-			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		NTP 339.127 (1 999)	2.2		2				
LÍMITE LÍQUIDO (Malla N° 40)		NTP 339.129 (1 999)	23		22				
LÍMITE PLÁSTICO (Malla N° 40)		NTP 339.129 (1 999)	19		18				
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129 (1 999)	4		4				
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)		NTP 339.134 (1 999)	SC - SM		SC - SM				
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO)		NTP 339.135 (99)	A-1-b (0)		A-1-b (0)				

Observaciones:

- Muestra proporcionada e identificada por nuestro Laboratorio.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 01.04.2021
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



  
 ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION  
 REG. CIP 83285  
 GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 20 de Abril del 2021

M&V (1/31)  
 mhr/jms/kra  
 O.S. N° 055

Coop. San Miguel Mz. D Lt. 8/ Int. 1 - Urb. Campoy - S.J.L. / Mz. A Lt. 6 Urb. Los Girasoles 1ª. Etapa - Callao.  
 Telfax: (511) 661-9143 Celular RPC (511) 94778-9986 (WhatsApp) / ENTEL 93073-5810 (WhatsApp)

[mw\\_ingsac@hotmail.com](mailto:mw_ingsac@hotmail.com)  
[cotizaciones@myingenieros.com](mailto:cotizaciones@myingenieros.com)  
[www.ingenieros.com](http://www.ingenieros.com)

LIMA-FERU



**Grupo**  
**M & V**  
**Ingenieros SAC**

**RUC 20604350205**

**SOLICITANTE** : EDWIN MALCA ORE  
DIANEE CHAVEZ MALCA  
**PROYECTO** : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"  
**UBICACIÓN** : Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho  
**IDENTIFICACIÓN** : Suelo  
**FECHA** : 20/04/2021

### RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

#### II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-9 C

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) NATURAL  
Muestra : SUMERGIDO  
Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

##### a).- Ensayo Preliminar de Compactación

##### Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C )-91

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.120  
Optimo Contenido de Humedad (%) : 6.4

##### b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	2.120	1.898	1.723
Contenido de Humedad	6.4	6.4	6.4

##### c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	Presión Patrón ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	C.B.R. (%)
I	0.1	286	1000	28.6
II	0.1	187	1000	18.7
III	0.1	110	1000	11.0

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 28.6 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 24.0 %

d).- Expansión(%) : 0.00

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.



LSP (2/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°055

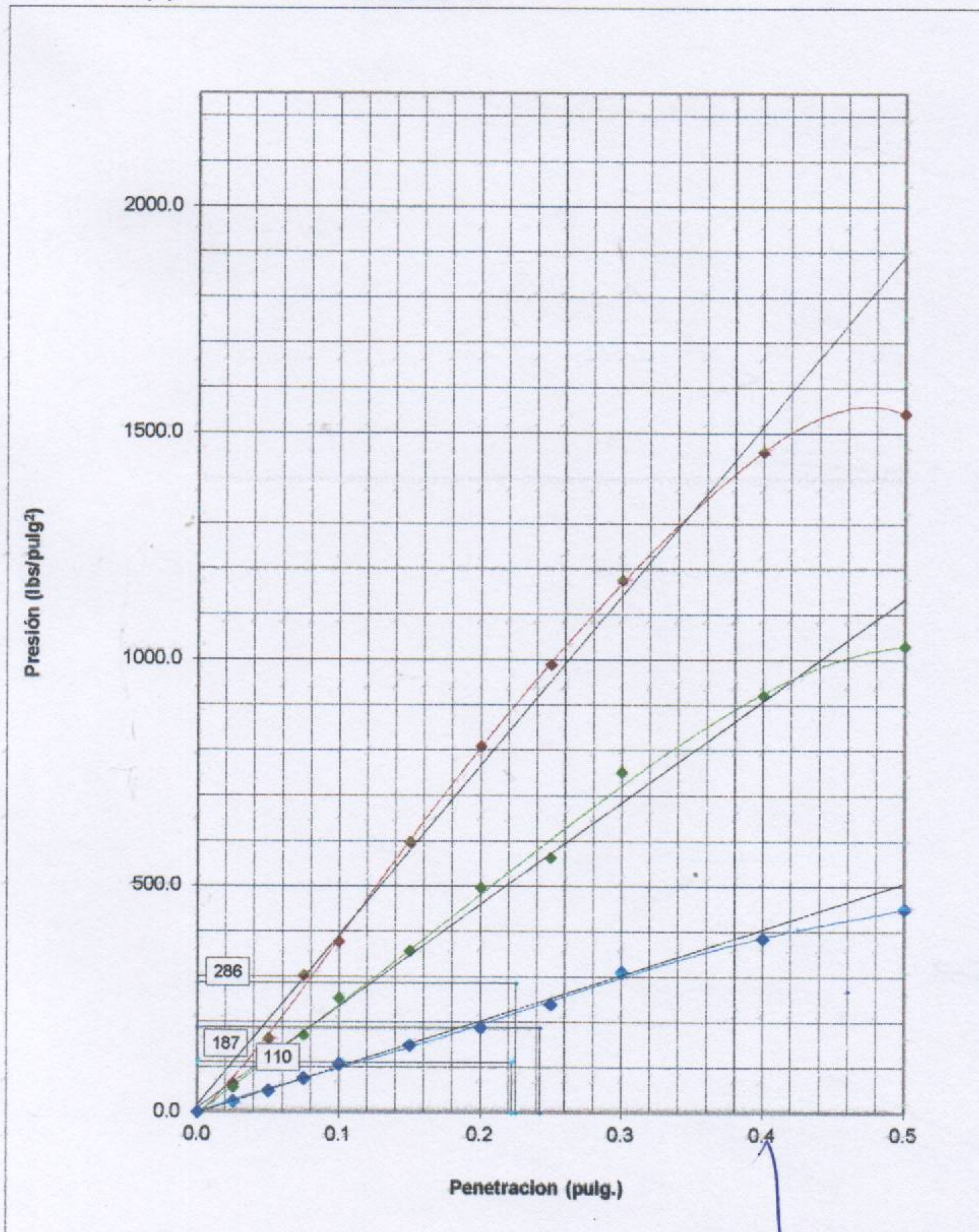
  
ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION  
REG. CIP 83285  
GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 20 de Abril del 2021

SOLICITANTE : EDWIN MALCA ORE  
DIANEE CHAVEZ MALCA  
PROYECTO : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en  
Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"  
UBICACIÓN : Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho  
IDENTIFICACIÓN: Suelo  
FECHA : 20/04/2021

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( C ) - 91

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) NATURAL  
Muestra : SUMERGIDO  
Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (3/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°055

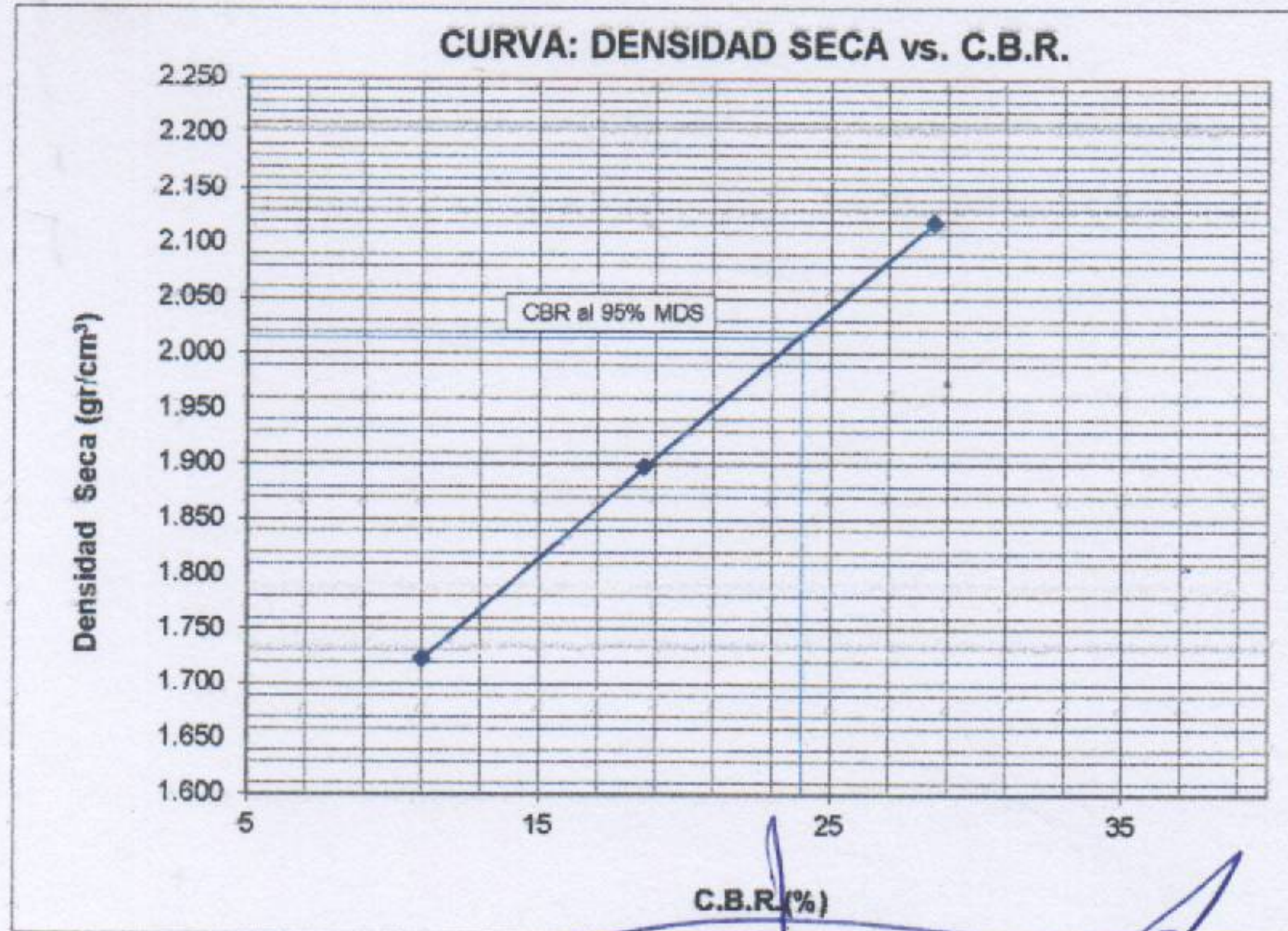
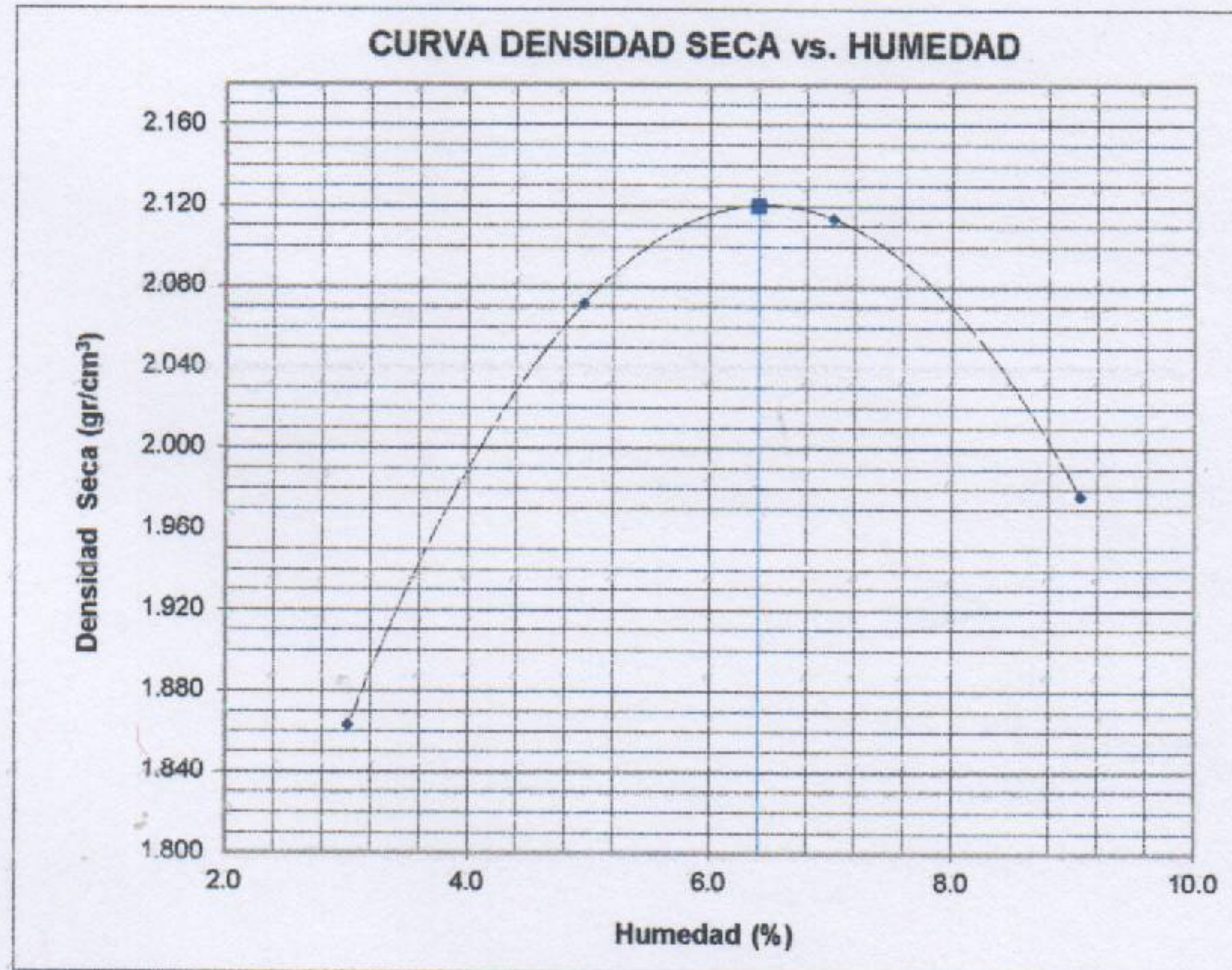
ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION  
REG. CIP 83285  
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

SOLICITANTE : EDWIN MALCA ORE  
 DIANEE CHAVEZ MALCA  
 PROYECTO : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"  
 UBICACIÓN : Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho  
 IDENTIFICACIÓN : Suelo  
 FECHA : 20/04/2021

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( C ) - 91**

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2.120  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 6.4  
 CBR al 100% de la MDS (%) : 28.6  
 CBR al 95% de la MDS (%) : 24.0

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) NATURAL  
 Muestra : SUMERGIDO  
 Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (4/31)  
 cafc/vrc  
 O.S. N°055

**ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION**  
 REG. CIP 83285  
 GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C  
 Lima, 20 de Abril del 2021

**SOLICITANTE** : EDWIN MALCA ORE  
DIANEE CHAVEZ MALCA  
**PROYECTO** : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"  
**UBICACIÓN** : Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho  
**IDENTIFICACIÓN** : Suelo  
**FECHA** : 20/04/2021

### RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

#### II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-9 C

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo 95% - Ceniza de madera 5%  
Muestra : SUMERGIDO  
Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

##### a).- Ensayo Preliminar de Compactación

##### Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C )-91

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2.160  
Optimo Contenido de Humedad (%) : 6.7

##### b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.160	1.962	1.778
Contenido de Humedad	6.7	6.8	6.7

##### c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada (Lb/pulg <sup>2</sup> )	Presión Patrón (Lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R. (%)
I	0.1	397	1000	39.7
II	0.1	291	1000	29.1
III	0.1	198	1000	19.8

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 39.7 %  
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 34.0 %

d).- Expansión(%) : 0.00

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.



ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN  
REG. CIP 83285  
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

LSP (5/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°055

Lima, 20 de Abril del 2021



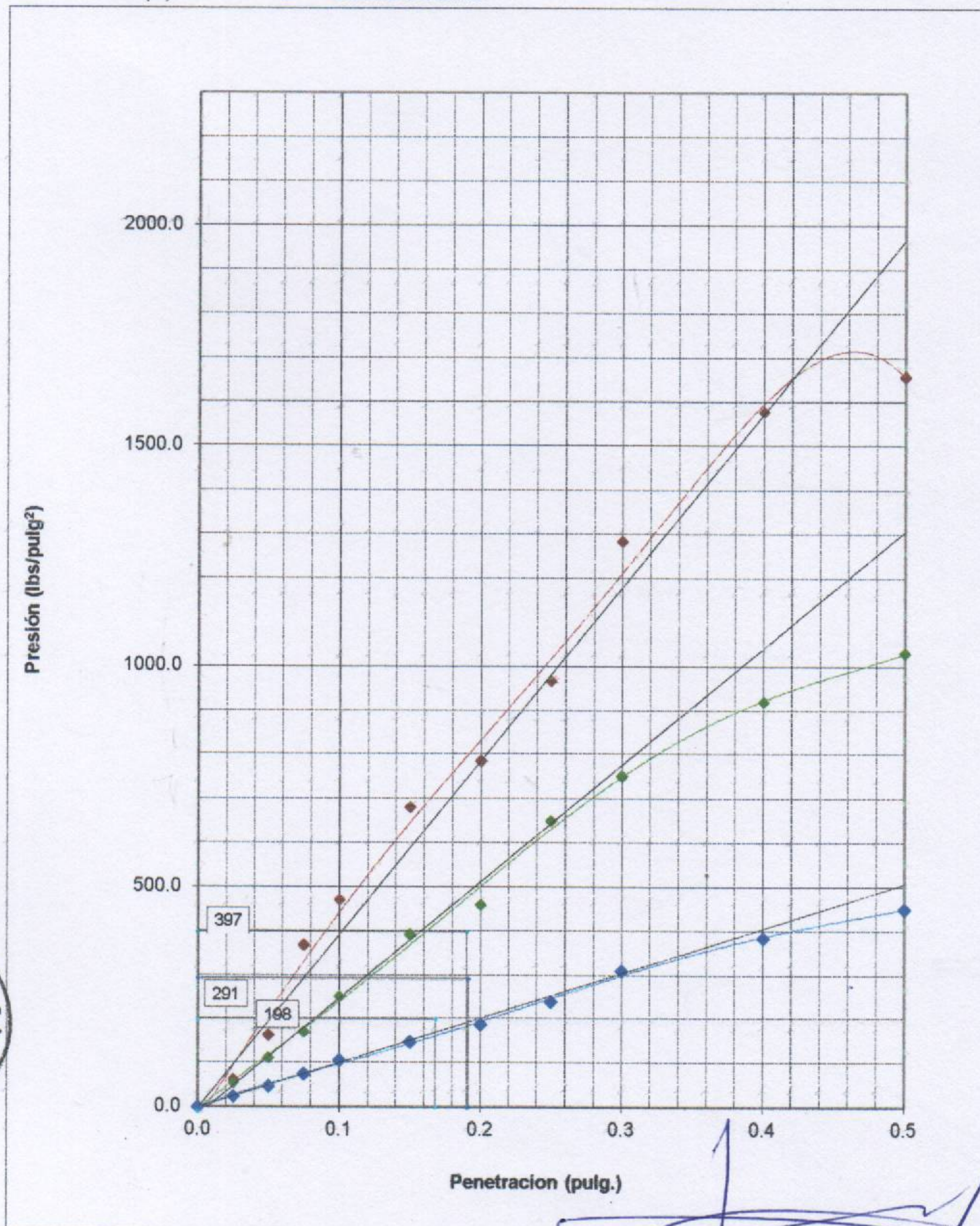
**Grupo  
M & V  
Ingenieros SAC**

**RUC 20604350205**

**SOLICITANTE :** EDWIN MALCA ORE  
DIANEE CHAVEZ MALCA  
**PROYECTO :** "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"  
**UBICACIÓN :** Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho  
**IDENTIFICACIÓN :** Suelo  
**FECHA :** 20/04/2021

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( C ) - 91**

**Calicata :** C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo 95% - Ceniza de madera 5%  
**Muestra :** SUMERGIDO  
**Prof.(m) :** CURADO 3 DIAS



LSP (6/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°055

ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION  
REG. CIP 83285  
GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.

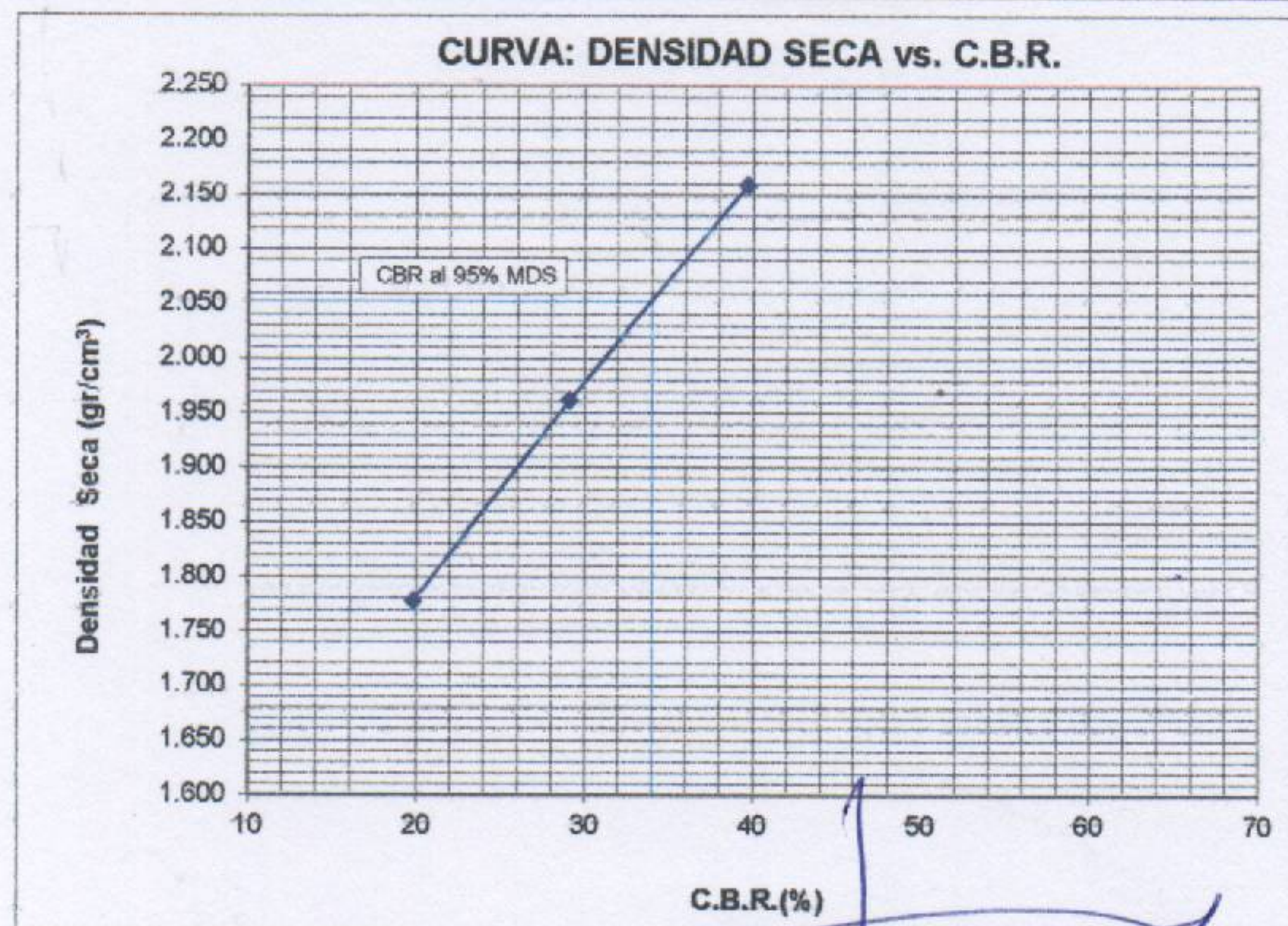
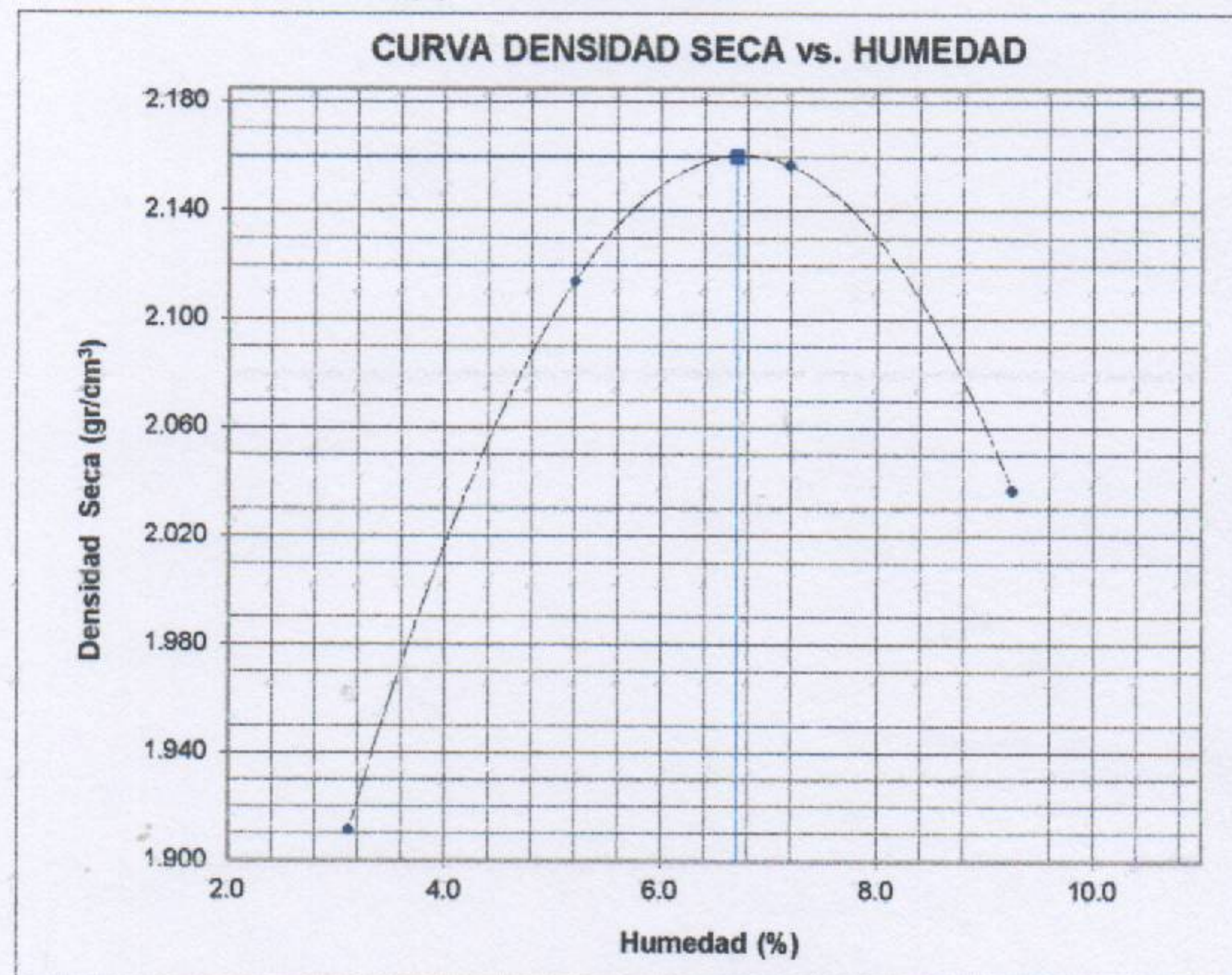
Lima, 20 de Abril del 2021

SOLICITANTE : EDWIN MALCA ORE  
DIANEE CHAVEZ MALCA  
PROYECTO : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"  
UBICACIÓN : Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho  
IDENTIFICACIÓN : Suelo  
FECHA : 20/04/2021

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( C ) - 91**

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2.160  
Optimo Contenido de Humedad (%) : 6.7  
CBR al 100% de la MDS (%) : 39.7  
CBR al 95% de la MDS (%) : 34.0

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo 95% - Ceniza de madera 5%  
Muestra : SUMERGIDO  
Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (7/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°055

ING. JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION  
R.E.G. CIP 83285  
GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 20 de Abril del 2021

SOLICITANTE : EDWIN MALCA ORE  
DIANEE CHAVEZ MALCA  
PROYECTO : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"  
UBICACIÓN : Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho  
IDENTIFICACIÓN : Suelo  
FECHA : 20/04/2021

### RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

#### II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-9 C

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo 85% - Ceniza de madera 15%  
Muestra : SUMERGIDO  
Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

##### a).- Ensayo Preliminar de Compactación

##### Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C )-91

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.186  
Optimo Contenido de Humedad (%) : 6.8

##### b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	2.186	1.945	1.754
Contenido de Humedad	6.8	6.7	6.8

##### c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	Presión Patrón ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	C.B.R. (%)
I	0.1	488	1000	48.8
II	0.1	341	1000	34.1
III	0.1	230	1000	23.0

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 48.8 %  
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 42.0 %

d).- Expansión(%) : 0.00

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.



LSP (8/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°055

ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION  
REG. CIP 83285  
GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C

Lima, 20 de Abril del 2021





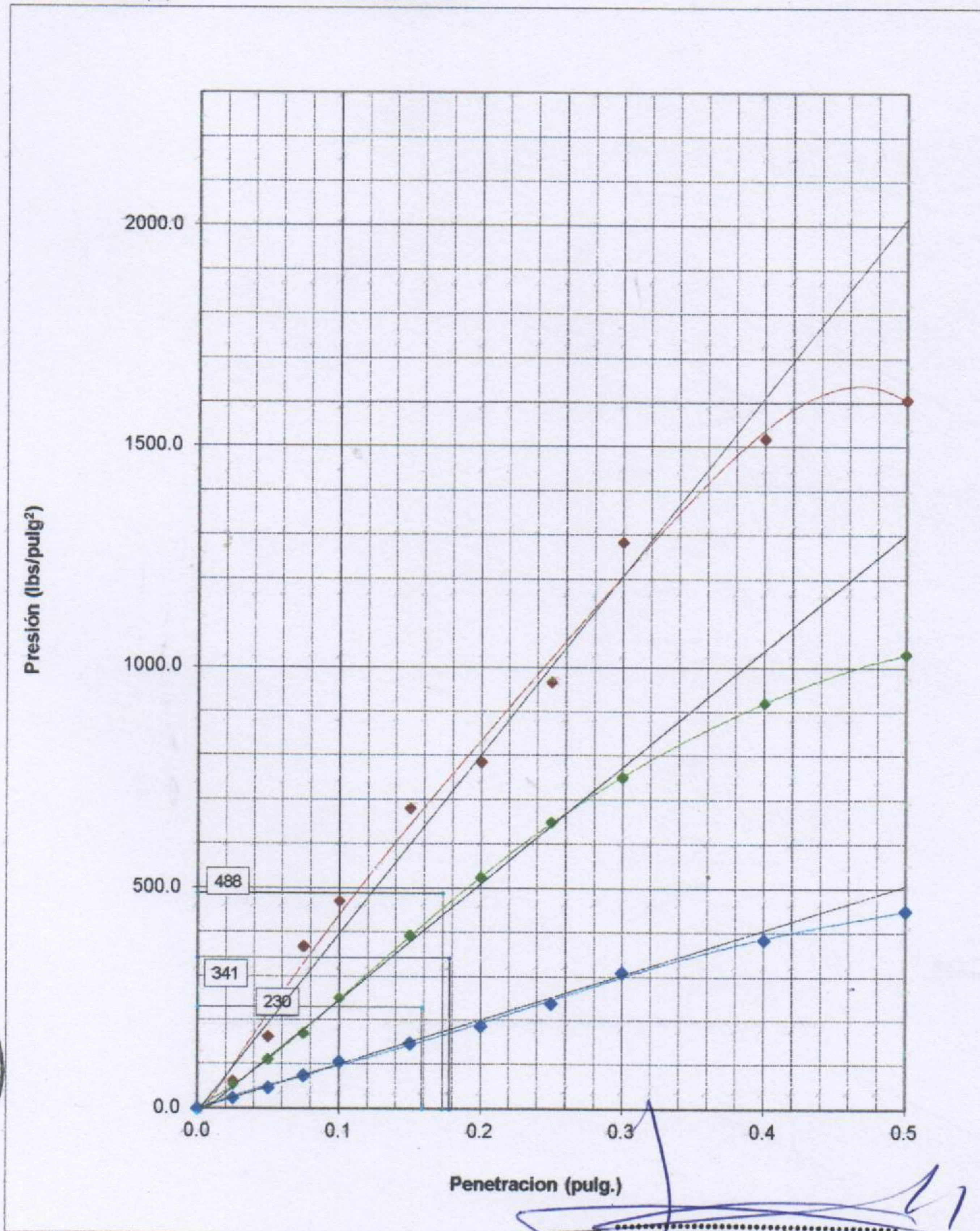
**Grupo  
M & V  
Ingenieros SAC**

**RUC 20604350205**

**SOLICITANTE :** EDWIN MALCA ORE  
DIANEE CHAVEZ MALCA  
**PROYECTO :** "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"  
**UBICACIÓN :** Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho  
**IDENTIFICCIÓN :** Suelo  
**FECHA :** 20/04/2021

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( C ) - 91**

**Calicata :** C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo 85% - Ceniza de madera 15%  
**Muestra :** SUMERGIDO  
**Prof.(m) :** CURADO 3 DIAS



LSP (9/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°055

ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION  
R.E.G. CIP 83285  
GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C

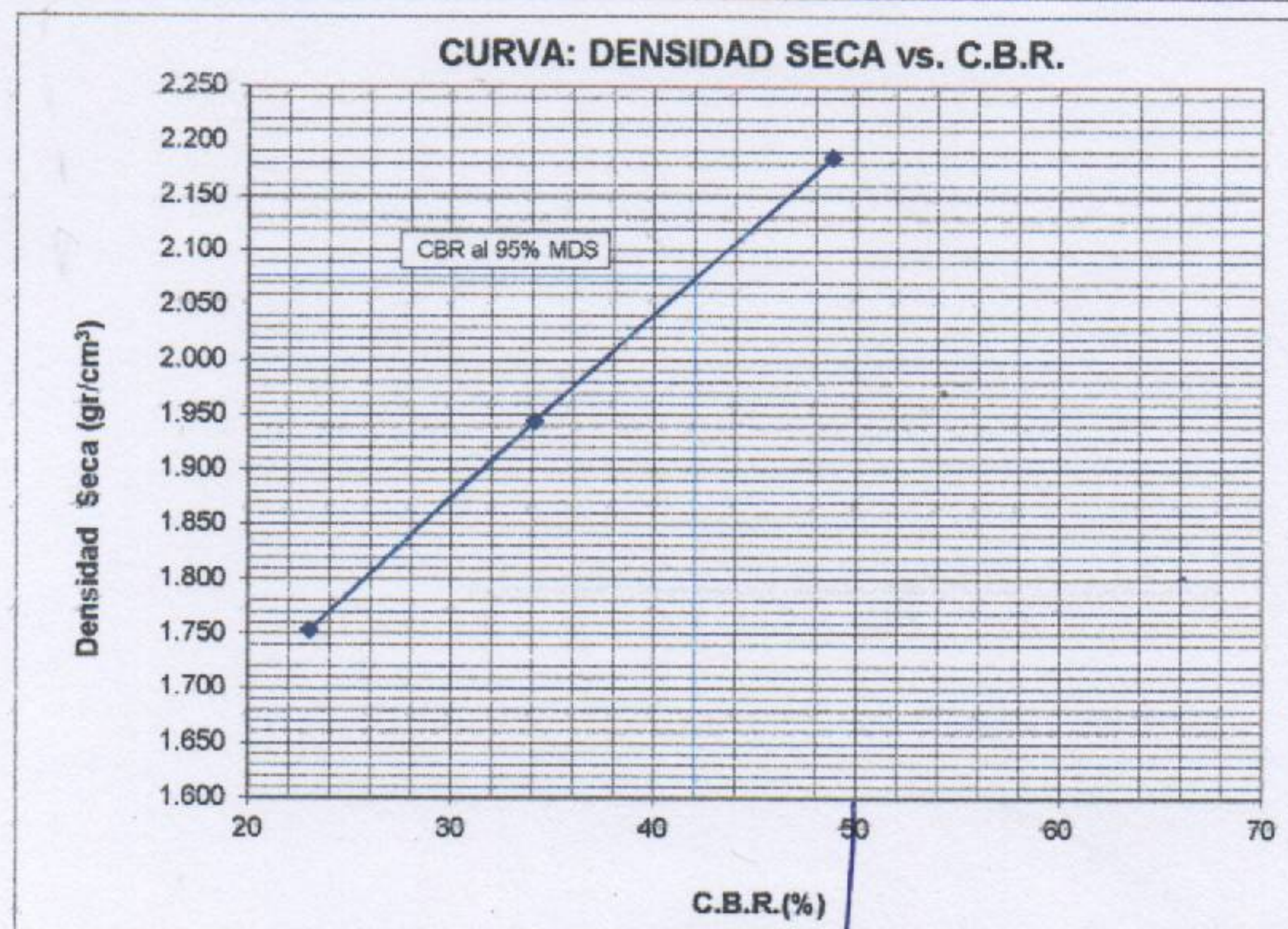
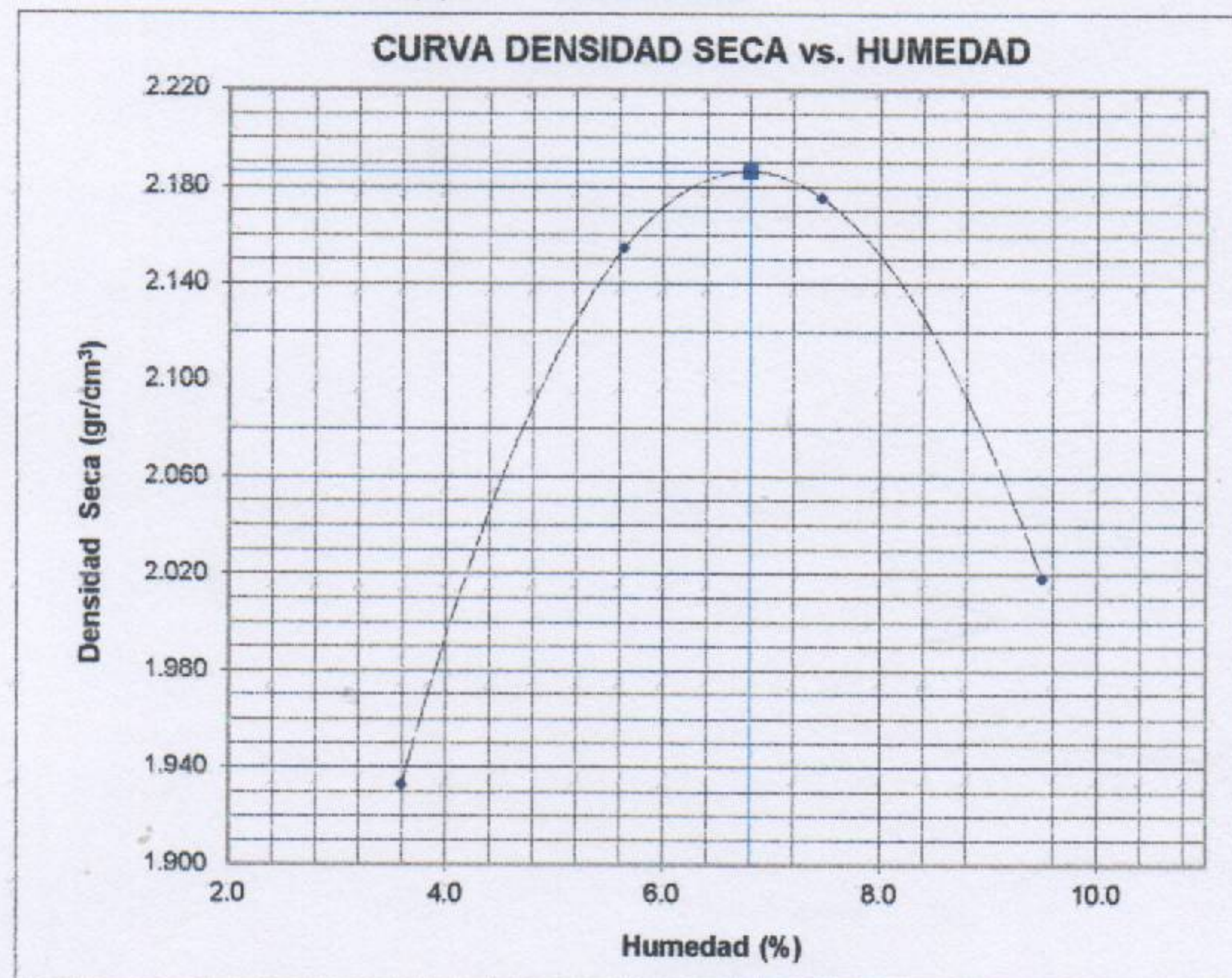
Lima, 20 de Abril del 2021

SOLICITANTE : EDWIN MALCA ORE  
DIANEE CHAVEZ MALCA  
PROYECTO : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"  
UBICACIÓN : Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho  
IDENTIFICACIÓN : Suelo  
FECHA : 20/04/2021

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( C ) - 91**

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2.186  
Optimo Contenido de Humedad (%) : 6.8  
CBR al 100% de la MDS (%) : 48.8  
CBR al 95% de la MDS (%) : 42.0

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo 85% - Ceniza de madera 15%  
Muestra : SUMERGIDO  
Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (10/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°055

**ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION**  
R.E.G. CIP 83285  
GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.

**SOLICITANTE** : EDWIN MALCA ORE  
DIANEE CHAVEZ MALCA  
**PROYECTO** : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"  
**UBICACIÓN** : Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho  
**IDENTIFICACIÓN** : Suelo  
**FECHA** : 20/04/2021

### RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

#### II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883-9 C

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo 75% - Ceniza de madera 25%  
Muestra : SUMERGIDO  
Prof. (mts) : CURADO 3 DIAS

##### a).- Ensayo Preliminar de Compactación

##### Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 C )-91

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2.198  
Optimo Contenido de Humedad (%) : 6.9

##### b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.198	1.931	1.754
Contenido de Humedad	6.9	6.8	6.9

##### c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

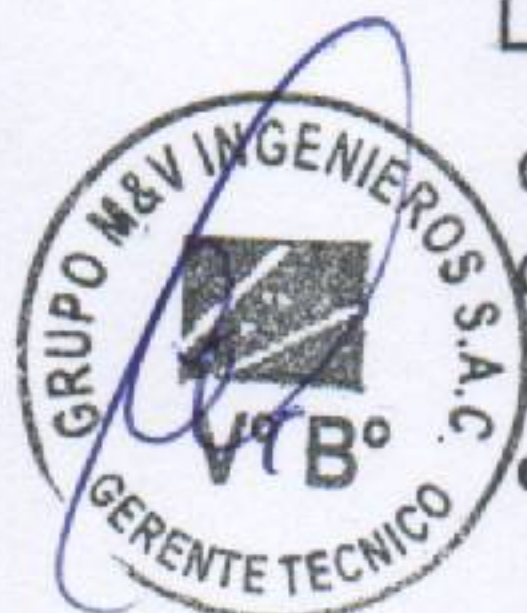
MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada (Lb/pulg <sup>2</sup> )	Presión Patrón (Lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R. (%)
I	0.1	605	1000	60.5
II	0.1	375	1000	37.5
III	0.1	205	1000	20.5

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 60.5 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 51.0 %

d).- Expansión(%) : 0.00

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.



LSP (11/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°055

ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION  
REG. CIP 83285  
GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.  
Lima, 20 de Abril del 2021



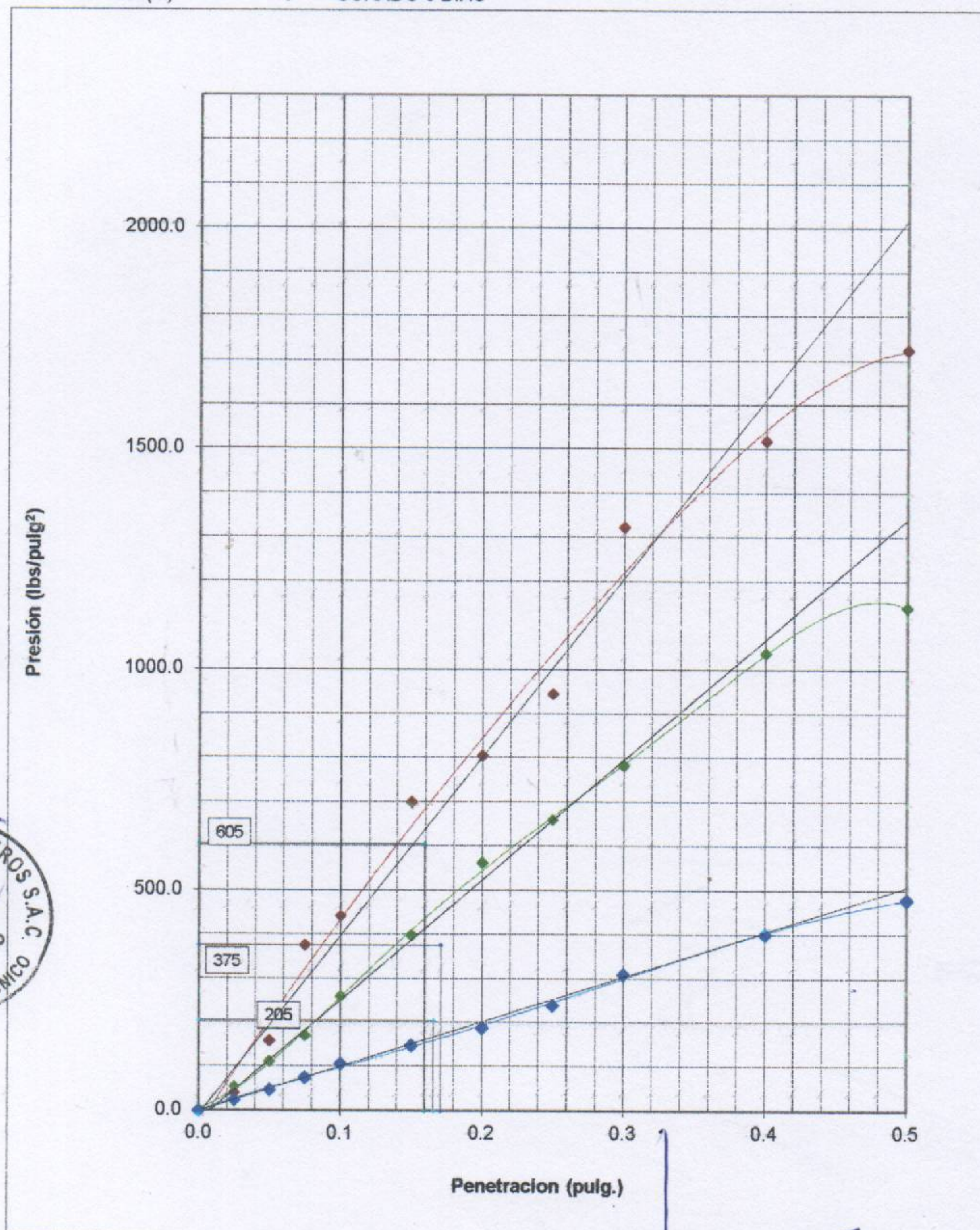
**Grupo  
M & V  
Ingenieros SAC**

**RUC 20604350205**

**SOLICITANTE :** EDWIN MALCA ORE  
DIANEE CHAVEZ MALCA  
**PROYECTO :** "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"  
**UBICACIÓN :** Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho  
**IDENTIFICCIÓN :** Suelo  
**FECHA :** 20/04/2021

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 ( C ) - 91**

**Calicata :** C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo 75% - Ceniza de madera 25%  
**Muestra :** SUMERGIDO  
**Prof.(m) :** CURADO 3 DIAS



LSP (12/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°055

ING. JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION  
REG. CIP 83285  
GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.

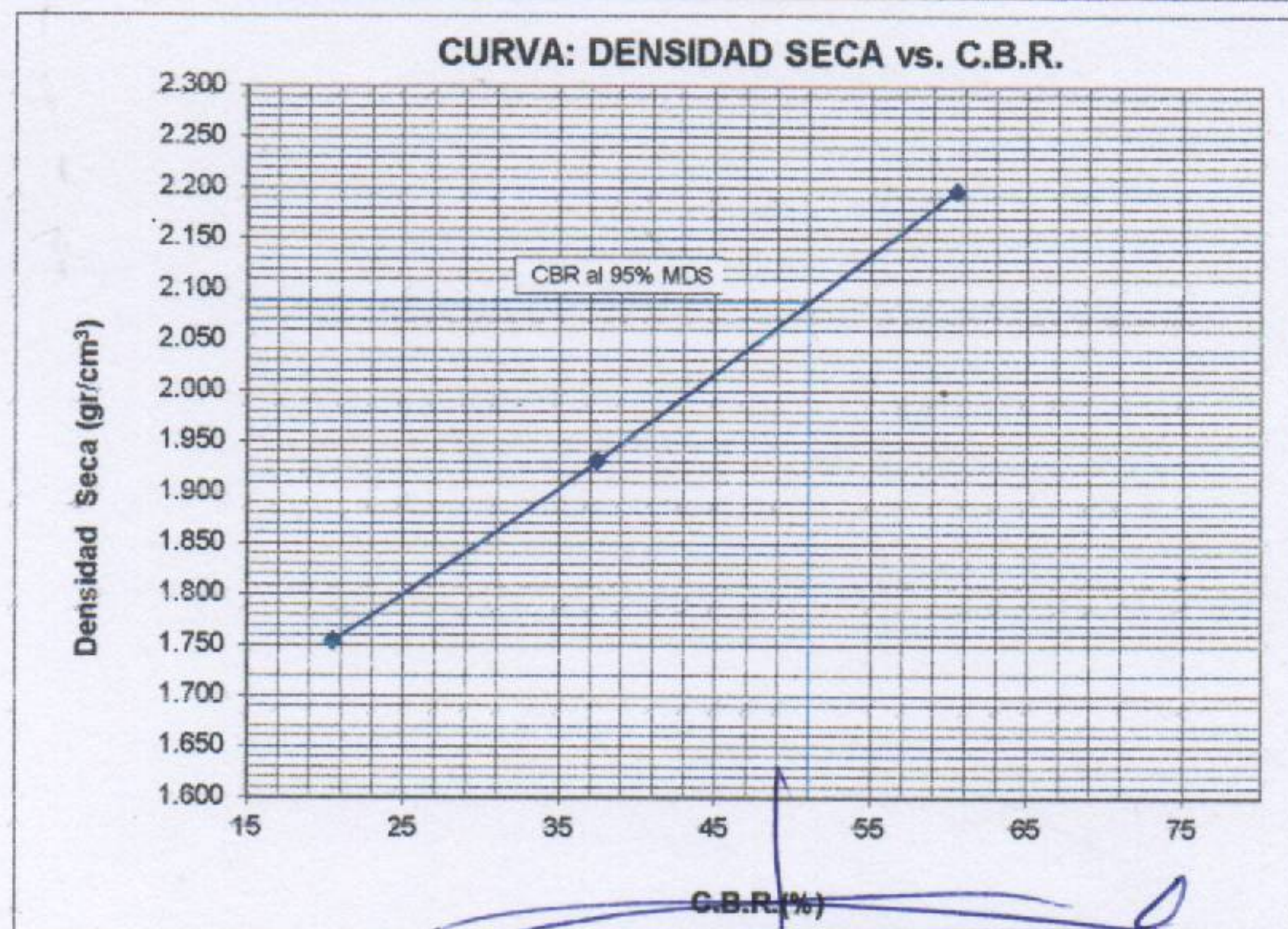
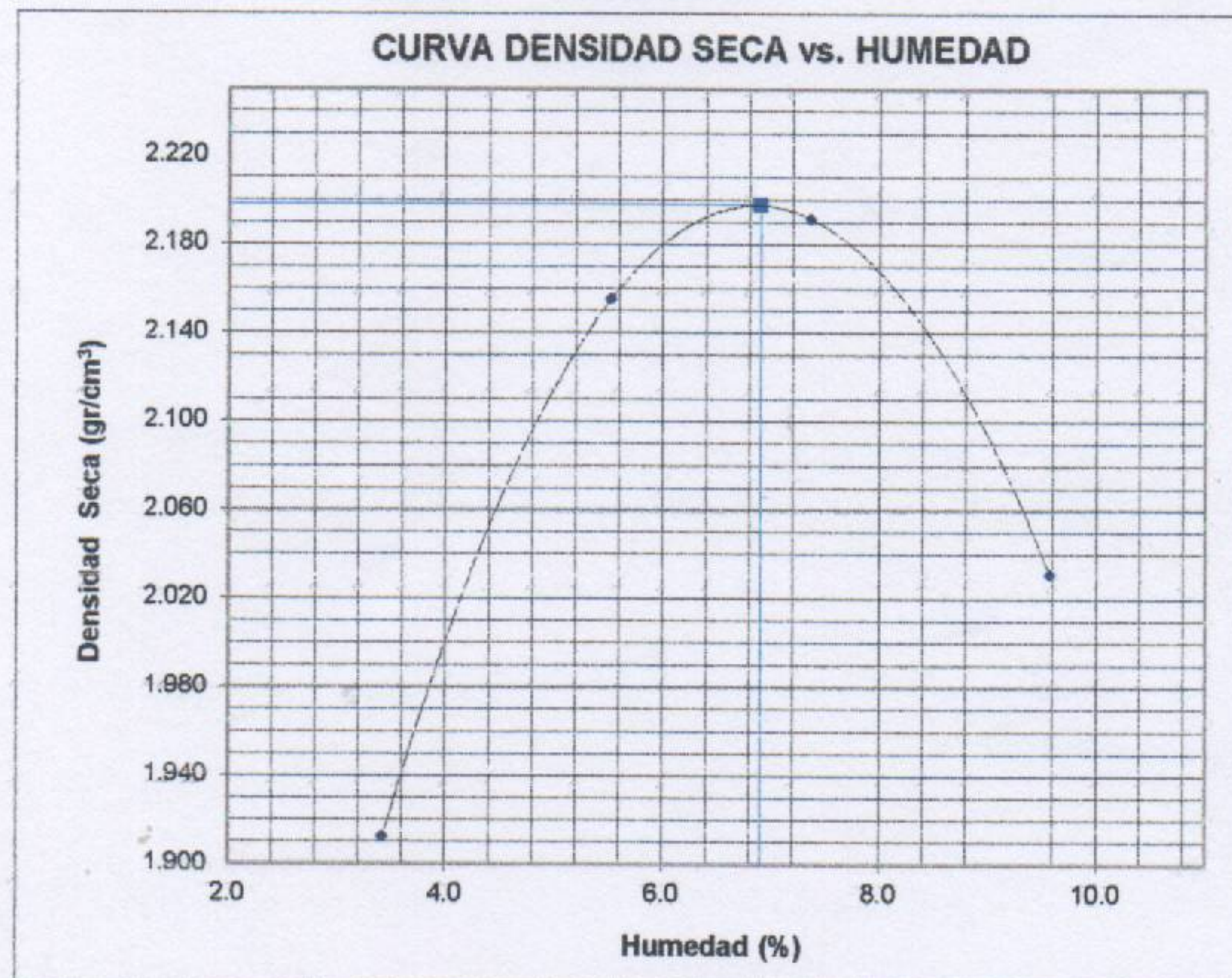
Lima, 20 de Abril del 2021

SOLICITANTE : EDWIN MALCA ORE  
DIANEE CHAVEZ MALCA  
PROYECTO : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"  
UBICACIÓN : Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho  
IDENTIFICACIÓN : Suelo  
FECHA : 20/04/2021

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 ( C ) - 91**

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2.198  
Optimo Contenido de Humedad (%) : 6.9  
CBR al 100% de la MDS (%) : 60.5  
CBR al 95% de la MDS (%) : 51.0

Calicata : C-1 M-1 (0.00 - 1.50) Suelo 75% - Ceniza de madera 25%  
Muestra : SUMERGIDO  
Prof.(m) : CURADO 3 DIAS



LSP (13/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°055

ING. JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION  
REG. CIP 83285  
GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 20 de Abril del 2021

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2021 - LSP**

SOLICITANTE : EDWIN MALCA ORE MUESTRA : suelo  
DIANEE CHAVEZ MALCA  
PROYECTO DE TESIS : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"  
UBICACIÓN : Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho CANTIDAD : 10 kg  
FECHA DE RECEPCIÓN : 01.04.2021 PRESENTACIÓN : saco de polietileno.  
FECHA DE ENSAYO : 20.04.2021

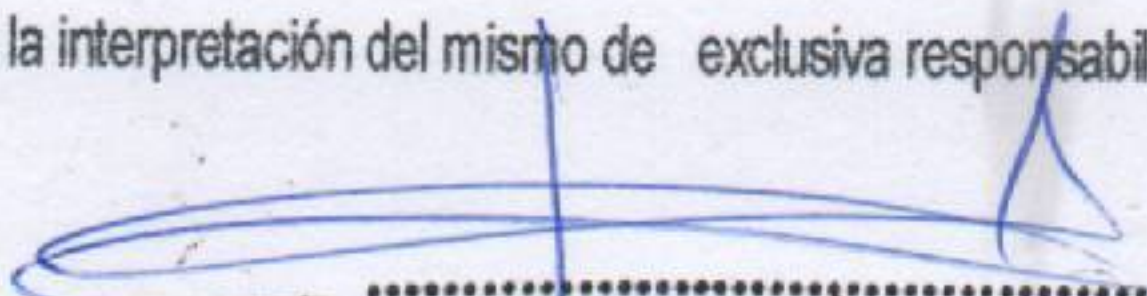
NTP.339.171(2002) **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

DESCRIPCIÓN DEL SUELO					
Clasificación SUCS	(NTP 339.134-1999)	SC - SM	Limite Líquido (%)	(NTP 339.129-1999)	23
Clasificación AASHTO	(NTP 339.135-1999)	A-1-b (0)	Limite Plástico (%)	(NTP 339.129-1999)	4
Tamaño Máximo (mm)	(NTP 400.012-2001)	--	Mat. más Fino N° 200 (%)	(NTP 339.132-1999)	17
Consistencia (s. fino)	(NTP 339.150-2001)	--	Cementación (s. grueso)	(NTP 339.150-2001)	--
CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO					
DESCRIPCIÓN		(49,03 kPa)	(98,1 kPa)	(196,1 kPa)	
Diámetro	(cm)	6.270	6.270	6.270	
Área	(cm <sup>2</sup> )	30.88	30.88	30.88	
Altura Inicial	(cm)	2.015	2.015	2.015	
Altura Final	(cm)	1.797	1.758	1.701	
Volumen Inicial	(cm <sup>3</sup> )	62.22	62.22	62.22	
Volumen Final	(cm <sup>3</sup> )	55.49	54.29	52.51	
Relación Diámetro / Altura		3.11	3.11	3.11	
Condición de la Estructura del Suelo		Alterado	Alterado	Alterado	
Peso Húmedo Inicial	(g)	82.0	82.0	82.0	
Peso Húmedo Final	(g)	89.3	88.9	89.2	
Peso Seco	(g)	75.8	75.7	75.8	
Humedad Inicial	(%) (NTP 339.127 - 1998)	8.2	8.3	8.1	
Humedad Final	(%) (NTP 339.127 - 1998)	17.8	17.4	17.6	
Densidad Húmeda Inicial	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.318	1.318	1.318	
Densidad Húmeda Final	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.608	1.637	1.698	
Densidad Seca Inicial	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.218	1.217	1.219	
Densidad Seca Final	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.366	1.395	1.444	
Condiciones Ambientales del Ensayo					
Temperatura Ambiente (°C)	26.5	Humedad Relativa (%)	54	Gravedad Específica (g/cm <sup>3</sup> )	
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO					
Nombre	Equipo de Corte Directo Digital - ELE				
N° Serie	1627-6-1218	Modelo	D - 300 A - 4		
Factor del Anillo de Corte	LD * 0.2969+4.481	Peso del Anillo Tallador (g)	66.00		

- Nota:** - Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante.  
- Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.  
- Muestra ensayada pasante la malla N°4.  
- Fecha de Orden de Servicio : 01.04.2021  
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (14/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°055



  
 ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION  
 REG. CIP 83285  
 GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.  
 Lima, 20 de Abril del 2021



**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2021 - LSP**

**SOLICITANTE** : EDWIN MALCA ORE  
DIANEE CHAVEZ MALCA

**PROYECTO DE TESIS** : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"

**UBICACIÓN** : Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 01.04.2021

**MUESTRA** : suelo

**CANTIDAD** : 10 kg

**PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.

**FECHA DE ENSAYO** : 20.04.2021

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

Desplaz Horiz. (mm)	ESFUERZO NORMAL (49,03 kPa)				ESFUERZO NORMAL (98,1 kPa)				ESFUERZO NORMAL (196,1 kPa)			
	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	2.037	0.0	0.00	0.00	2.357	0.0	0.00	0.00	2.840	0.0	0.00	0.00
0.25	2.101	9.0	7.15	22.72	2.388	18.0	9.83	31.20	2.863	36.0	15.17	48.17
0.50	2.116	12.0	8.04	25.54	2.431	24.0	11.61	36.86	2.918	45.0	17.84	56.66
0.75	2.126	15.0	8.93	28.37	2.510	28.0	12.79	40.63	3.002	52.0	19.92	63.26
1.00	2.136	17.0	9.53	30.26	2.482	31.0	13.68	43.46	3.023	57.0	21.40	67.97
1.25	2.144	19.0	10.12	32.15	2.494	33.0	14.28	45.35	3.038	61.0	22.59	71.75
1.50	2.154	21.0	10.72	34.03	2.515	35.0	14.87	47.23	3.051	63.0	23.19	73.63
1.75	2.162	22.0	11.01	34.97	2.522	37.0	15.47	49.12	3.068	65.0	23.78	75.52
2.00	2.179	22.0	11.01	34.97	2.537	39.0	16.06	51.00	3.068	67.0	24.37	77.40
2.25					2.558	40.0	16.36	51.95	3.089	69.0	24.97	79.29
2.50					2.568	40.0	16.36	51.95	3.101	71.0	25.56	81.17
2.75									3.114	73.0	26.15	83.06
3.00									3.127	75.0	26.75	84.95
3.25									3.132	77.0	27.34	86.83
3.50									3.145	77.0	27.34	86.83
3.75												
Velocidad de Deformación**	0.143 mm/min.				0.143 mm/min.				0.143 mm/min.			

\*\*Ensayo realizado despues de la consolidación primaria.

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 01.04.2021
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (15/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°055



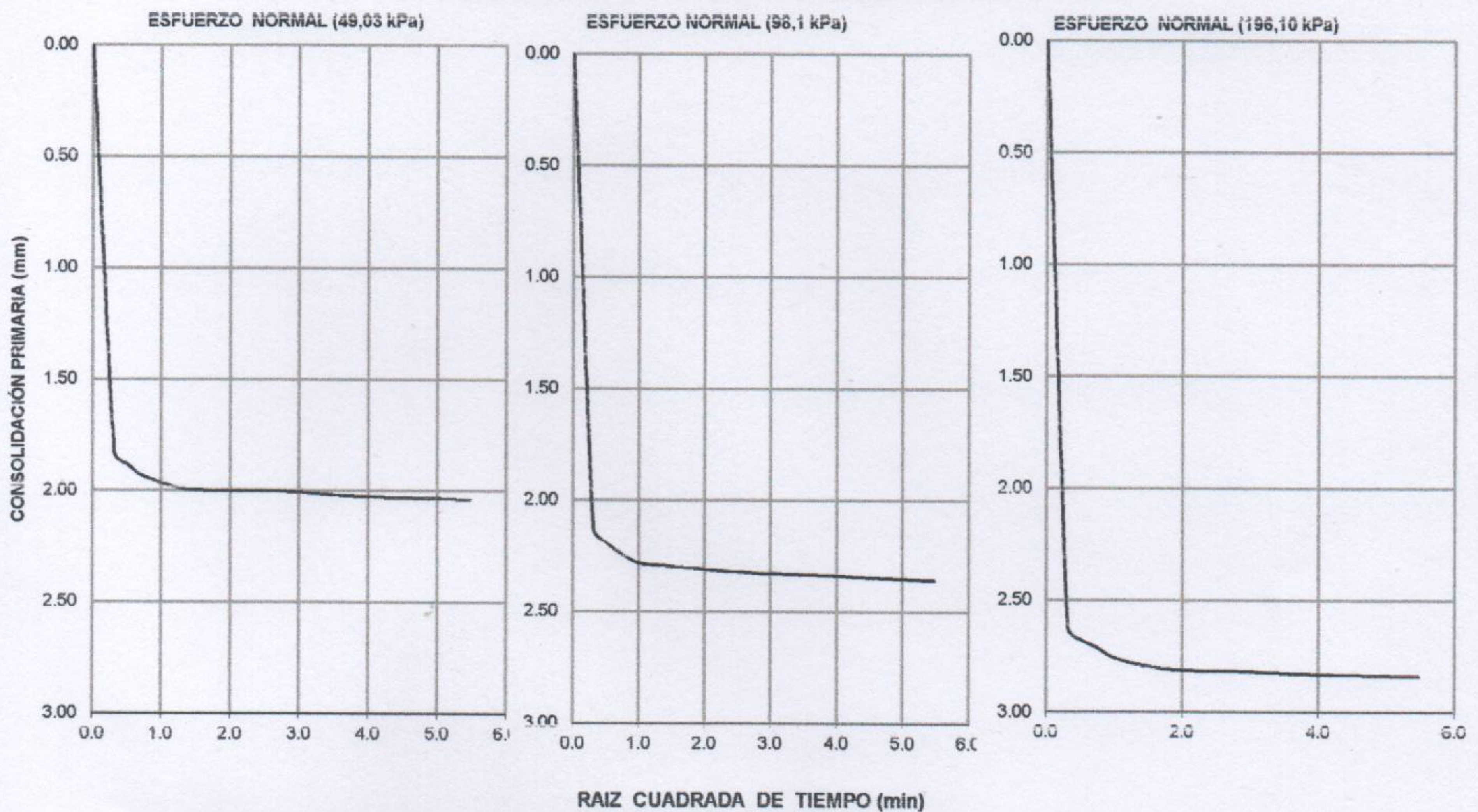
  
ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION  
R.E.G. CIP 83285  
GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 20 de Abril del 2021

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2021 - LSP**

<b>SOLICITANTE</b>	: EDWIN MALCA ORE DIANEE CHAVEZ MALCA	<b>MUESTRA</b>	: suelo
<b>PROYECTO DE TESIS</b>	: "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"	<b>CANTIDAD</b>	: 10 kg
<b>UBICACIÓN</b>	: Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho	<b>PRESENTACIÓN</b>	: saco de polietileno.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 01.04.2021	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 20.04.2021

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS  
CONSOLIDACIÓN PRIMARIA (NTP 339.154 - 2001)**



- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 01.04.2021
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



**ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION**  
REG. CIP 83285  
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 20 de Abril del 2021

LSP (16/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°055

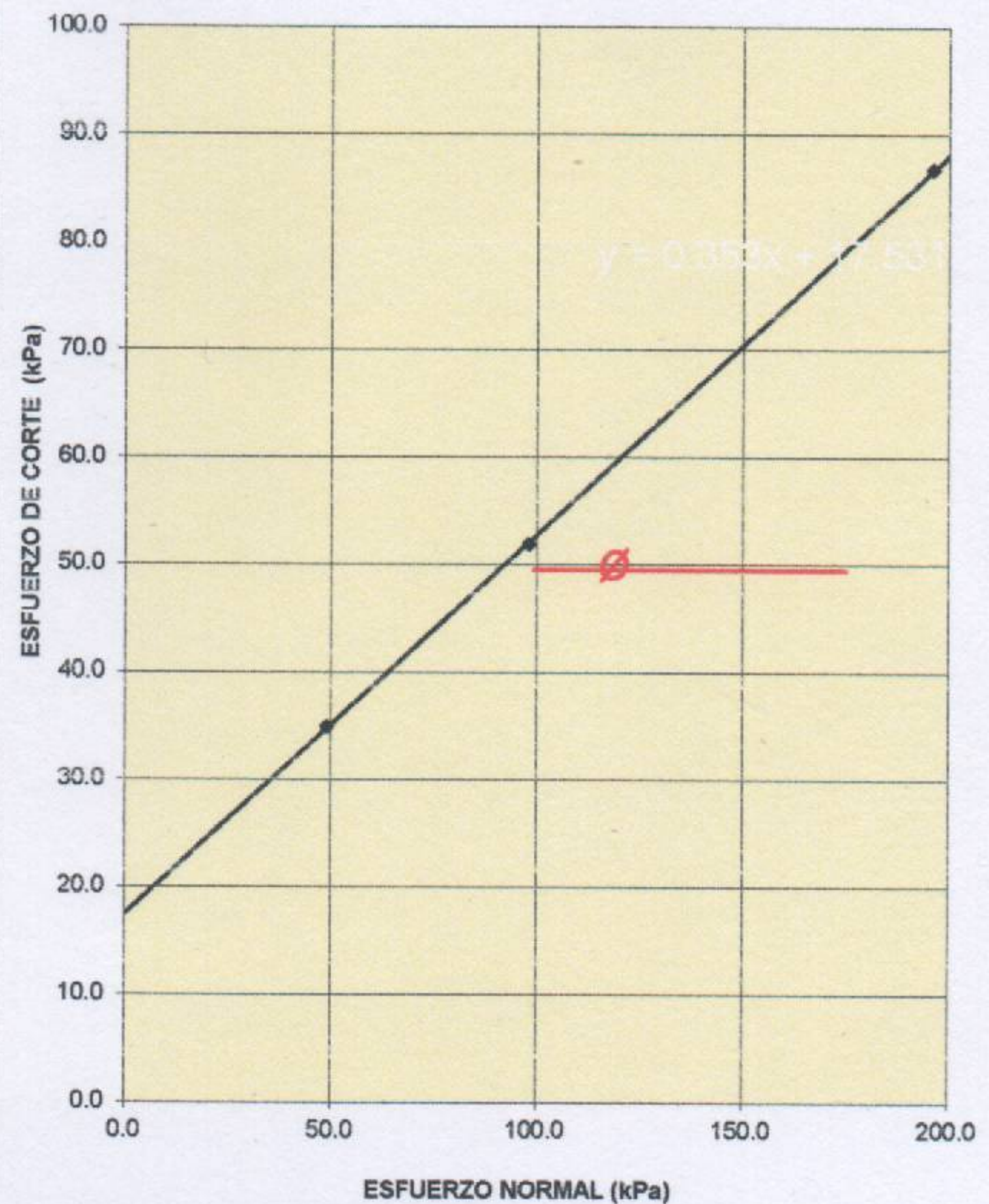
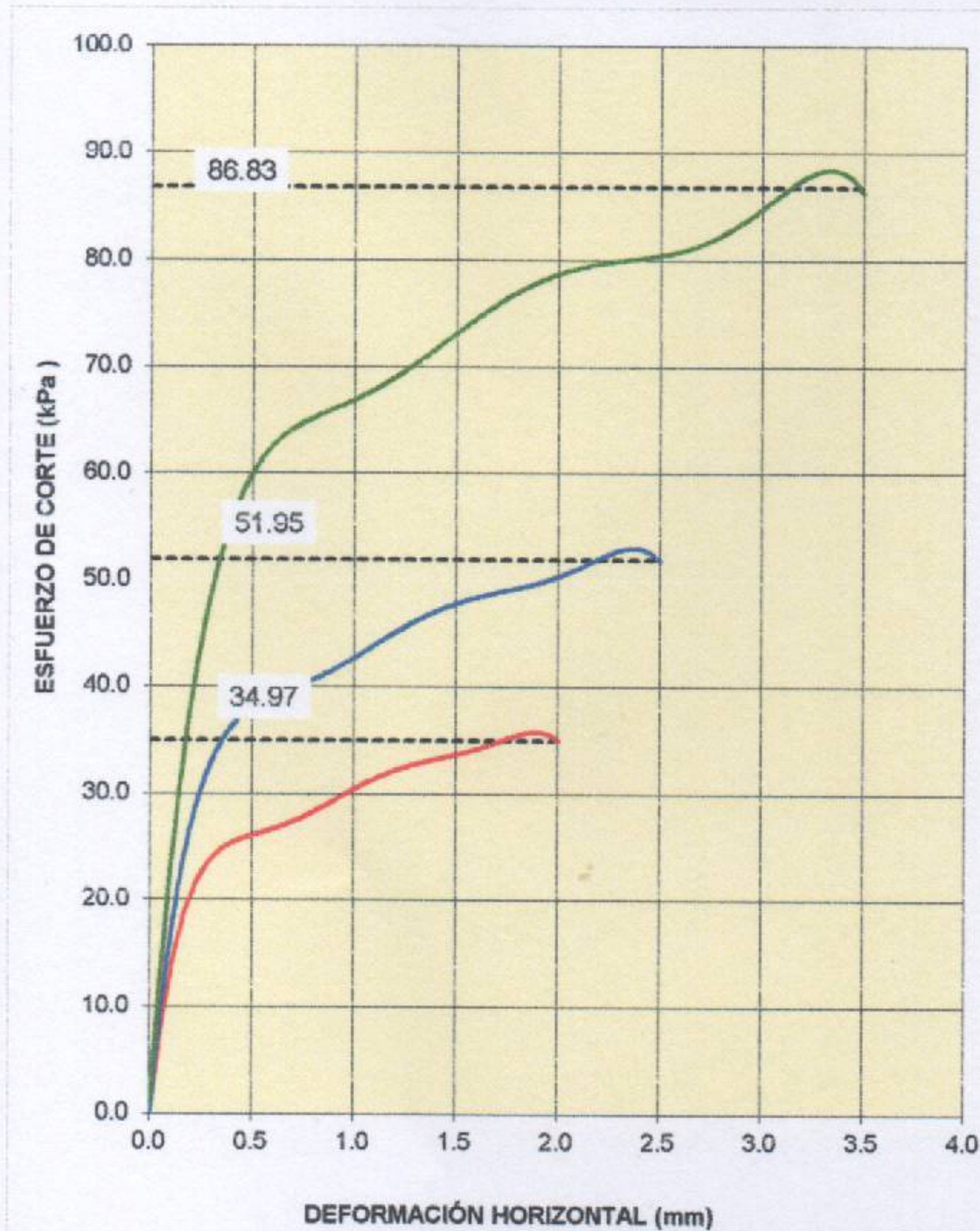




**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2021 - LSP**

<b>SOLICITANTE</b>	: EDWIN MALCA ORE DIANEE CHAVEZ MALCA	<b>MUESTRA</b>	: suelo
<b>PROYECTO DE TESIS</b>	: "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"	<b>CANTIDAD</b>	: 10 kg
<b>UBICACIÓN</b>	: Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho	<b>PRESENTACIÓN</b>	: saco de polietileno.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 01.04.2021	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 20.04.2021

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**



RESULTADOS DE ENSAYO			
COHESIÓN (kPa)	17.5	kg/cm <sup>2</sup> (0.18)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (ø)
			19.4°

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 01.04.2021
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (17/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°055



ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION  
REG. CIP 83285  
GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 20 de Abril del 2021



**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2021 - LSP**

SOLICITANTE : EDWIN MALCA ORE  
DIANEE CHAVEZ MALCA  
MUESTRA : suelo

PROYECTO DE TESIS : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"  
CANTIDAD : 10 kg

UBICACIÓN : Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho  
PRESENTACIÓN : saco de polietileno.

FECHA DE RECEPCIÓN : 01.04.2021  
FECHA DE ENSAYO : 20.04.2021

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

DESCRIPCIÓN DEL SUELO					
Clasificación SUCS	(NTP 339.134-1999)	SC - SM	Limite Líquido (%)	(NTP 339.129-1999)	24
Clasificación AASHTO	(NTP 339.135-1999)	A-1-b (0)	Límite Plástico (%)	(NTP 339.129-1999)	5
Tamaño Máximo (mm)	(NTP 400.012-2001)	--	Mat. más Fino N° 200 (%)	(NTP 339.132-1999)	17
Consistencia (s. fino)	(NTP 339.150-2001)	--	Cementación (s. grueso)	(NTP 339.150-2001)	--
CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO					
DESCRIPCIÓN		(49,03 kPa)	(98,1 kPa)	(196,1 kPa)	
Diámetro	(cm)	6.270	6.270	6.270	
Área	(cm <sup>2</sup> )	30.88	30.88	30.88	
Altura Inicial	(cm)	2.015	2.015	2.015	
Altura Final	(cm)	1.798	1.758	1.701	
Volumen Inicial	(cm <sup>3</sup> )	62.22	62.22	62.22	
Volumen Final	(cm <sup>3</sup> )	55.51	54.29	52.52	
Relación Diámetro / Altura		3.11	3.11	3.11	
Condición de la Estructura del Suelo		Alterado	Alterado	Alterado	
Peso Húmedo Inicial	(g)	84.0	84.0	84.0	
Peso Húmedo Final	(g)	91.6	91.8	92.1	
Peso Seco	(g)	77.5	77.4	77.5	
Humedad Inicial	(%) (NTP 339.127 - 1998)	8.3	8.6	8.4	
Humedad Final	(%) (NTP 339.127 - 1998)	18.2	18.6	18.9	
Densidad Húmeda Inicial	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.350	1.350	1.350	
Densidad Húmeda Final	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.651	1.690	1.754	
Densidad Seca Inicial	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.246	1.243	1.245	
Densidad Seca Final	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.397	1.425	1.475	
Condiciones Ambientales del Ensayo					
Temperatura Ambiente (°C)	26.5	Humedad Relativa (%)	54	Gravedad Específica (g/cm <sup>3</sup> )	
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO					
Nombre	Equipo de Corte Directo Digital - ELE				
N° Serie	1627-6-1218	Modelo	D - 300 A - 4		
Factor del Anillo de Corte	LD * 0.2969+4.481	Peso del Anillo Tallador (g)	66.00		

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo 95% - Ceniza de madera 5%.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 01.04.2021
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (18/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°055



**ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION**  
REG. CIP 83285  
GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C  
Lima, 20 de Abril del 2021



**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2021 - LSP**

**SOLICITANTE** : EDWIN MALCA ORE  
DIANEE CHAVEZ MALCA

**PROYECTO DE TESIS** : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"

**UBICACIÓN** : Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 01.04.2021

**MUESTRA** : suelo

**CANTIDAD** : 10 kg

**PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.

**FECHA DE ENSAYO** : 20.04.2021

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

Desplaz Horiz. (mm)	ESFUERZO NORMAL (49,03 kPa)				ESFUERZO NORMAL (98,1 kPa)				ESFUERZO NORMAL (196,1 kPa)			
	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	2.045	0.0	0.00	0.00	2.355	0.0	0.00	0.00	2.842	0.0	0.00	0.00
0.25	2.090	13.0	8.34	26.49	2.380	25.0	11.90	37.80	2.860	41.0	16.65	52.89
0.50	2.111	18.0	9.83	31.20	2.423	30.0	13.39	42.52	2.913	48.0	18.73	59.49
0.75	2.123	22.0	11.01	34.97	2.449	35.0	14.87	47.23	2.995	55.0	20.81	66.09
1.00	2.134	26.0	12.20	38.75	2.479	40.0	16.36	51.95	3.015	62.0	22.89	72.69
1.25	2.141	30.0	13.39	42.52	2.492	45.0	17.84	56.66	3.030	69.0	24.97	79.29
1.50	2.151	35.0	14.87	47.23	2.510	50.0	19.33	61.37	3.045	76.0	27.05	85.89
1.75	2.159	36.0	15.17	48.17	2.520	55.0	20.81	66.09	3.063	83.0	29.12	92.49
2.00	2.174	36.0	15.17	48.17	2.535	60.0	22.30	70.80	3.073	90.0	31.20	99.09
2.25					2.553	61.0	22.59	71.75	3.086	97.0	33.28	105.69
2.50					2.570	61.0	22.59	71.75	3.099	103.0	35.06	111.35
2.75									3.112	106.0	35.95	114.17
3.00									3.124	108.0	36.55	116.06
3.25									3.129	109.0	36.84	117.00
3.50									3.142	109.0	36.84	117.00
3.75												
Velocidad de Deformación**	0.143 mm/min.				0.143 mm/min.				0.143 mm/min.			

\*\*Ensayo realizado despues de la consolidación primaria.

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo 95% - Ceniza de madera 5%.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 01.04.2021
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP(19/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°055



  
ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION  
REG. CIP 83285  
GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C

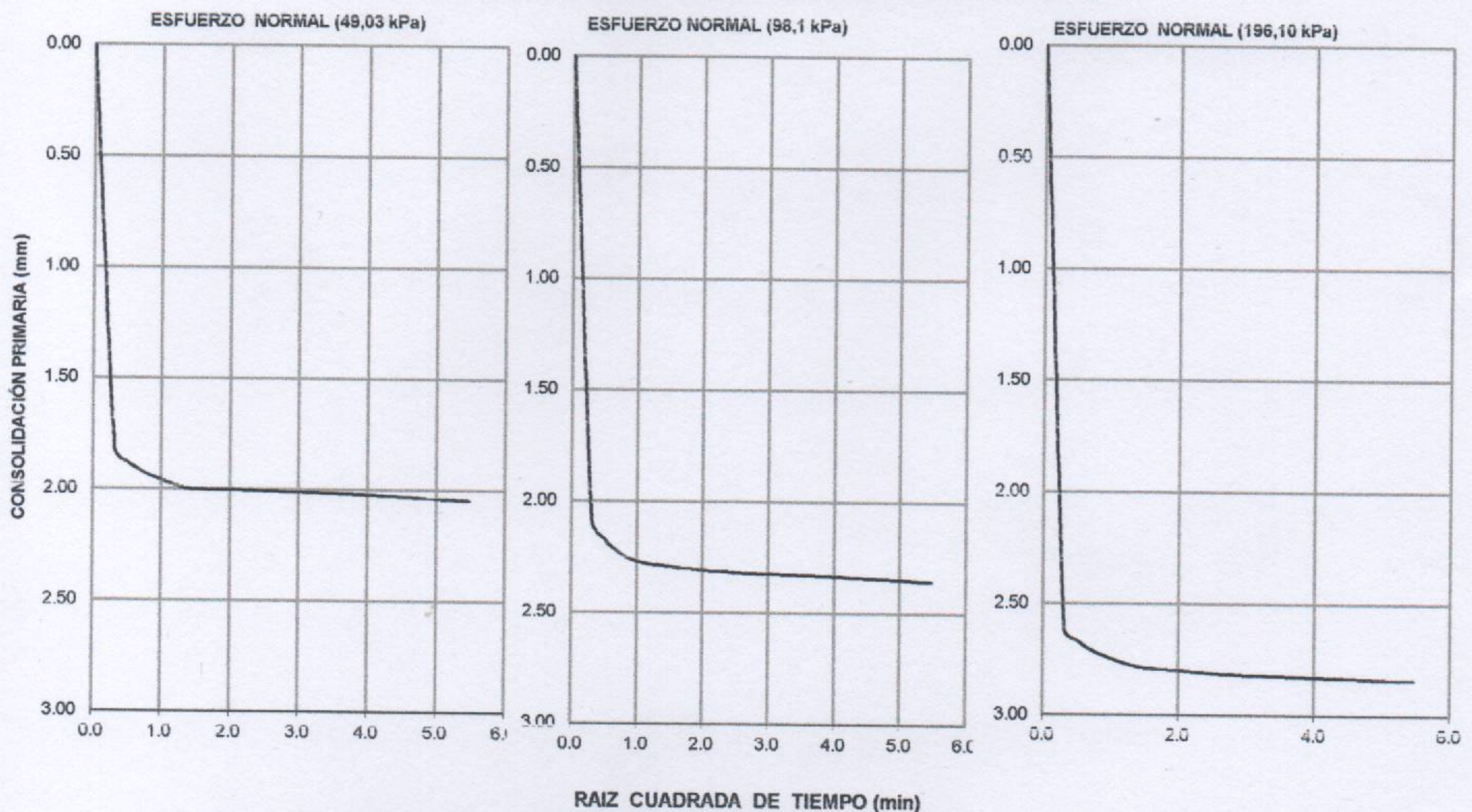
Lima, 20 de Abril del 2021



**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2021 - LSP**

<b>SOLICITANTE</b>	: EDWIN MALCA ORE DIANEE CHAVEZ MALCA	<b>MUESTRA</b>	: suelo
<b>PROYECTO DE TESIS</b>	: "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"	<b>CANTIDAD</b>	: 10 kg
<b>UBICACIÓN</b>	: Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho	<b>PRESENTACIÓN</b>	: saco de polietileno.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 01.04.2021	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 20.04.2021

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS  
CONSOLIDACIÓN PRIMARIA (NTP 339.154 - 2001)**



- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo 95% - Ceniza de madera 5%.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 01.04.2021
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



LSP (20/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°055

  
ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION  
R.E.G. CIP 83285  
GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 20 de Abril del 2021



**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2021 - LSP**

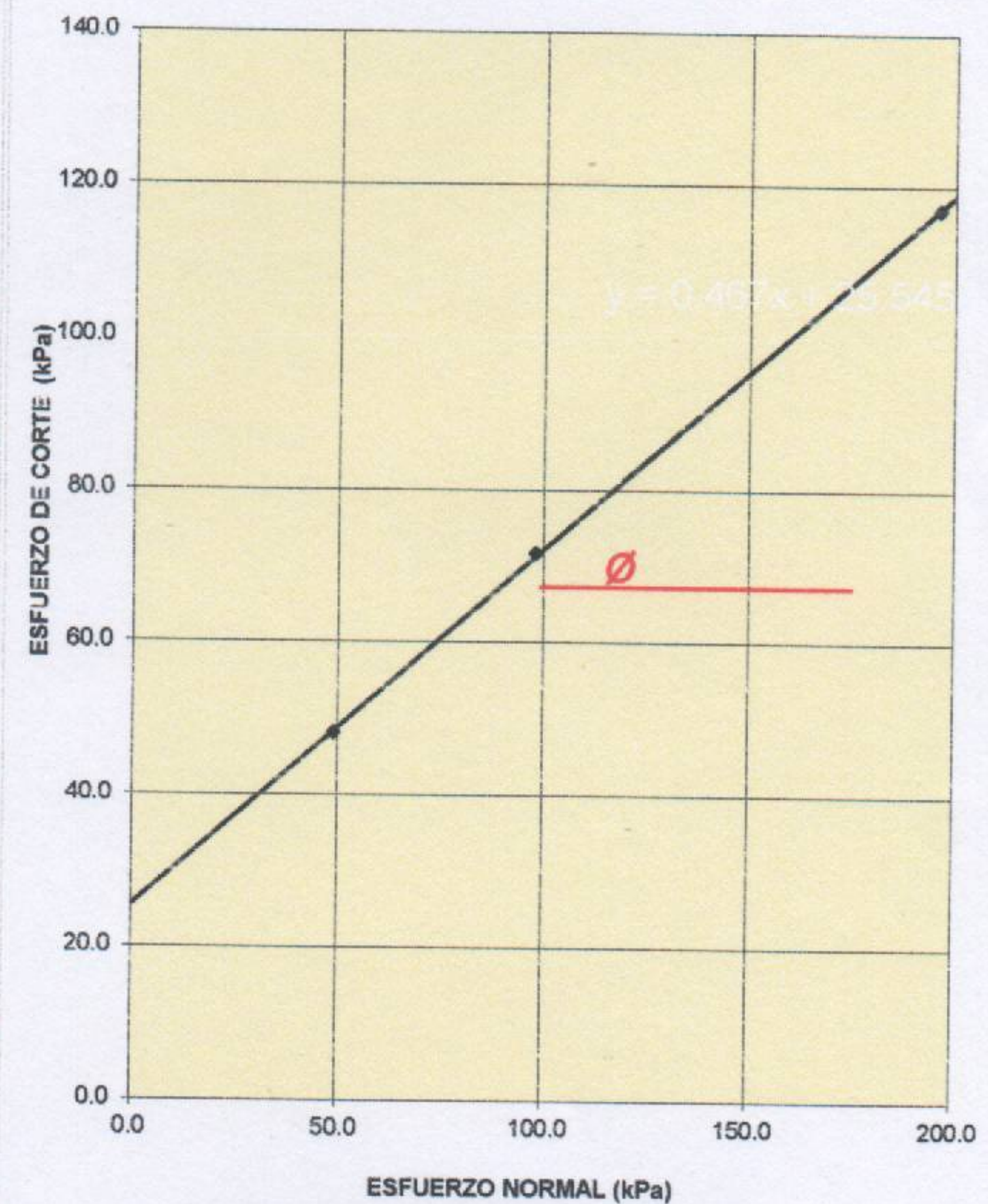
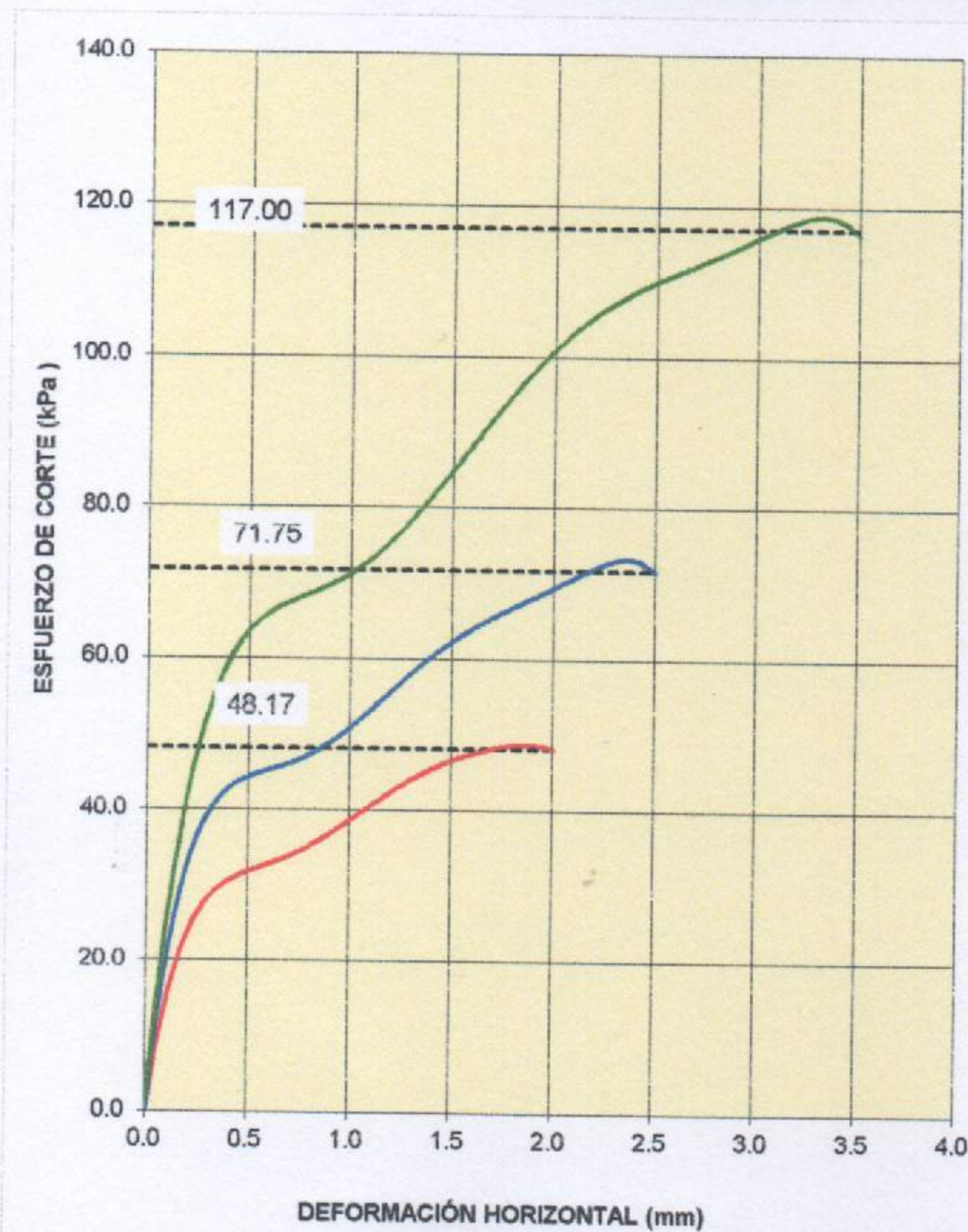
**SOLICITANTE** : EDWIN MALCA ORE  
DIANEE CHAVEZ MALCA  
**MUESTRA** : suelo

**PROYECTO DE TESIS** : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"  
**CANTIDAD** : 10 kg

**UBICACIÓN** : Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho  
**PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 01.04.2021  
**FECHA DE ENSAYO** : 20.04.2021

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**



RESULTADOS DE ENSAYO			
COHESIÓN (kPa)	25.5	kg/cm <sup>2</sup> (0.26)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)
			25.0°

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo 95% - Ceniza de madera 5%.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 01.04.2021
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (21/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°055



ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION  
REG. CIP 83285  
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.  
Lima, 20 de Abril del 2021

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2021 - LSP**

**SOLICITANTE** : EDWIN MALCA ORE  
DIANEE CHAVEZ MALCA

**PROYECTO DE TESIS** : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"

**UBICACIÓN** : Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 01.04.2021

**MUESTRA** : suelo

**CANTIDAD** : 10 kg

**PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.

**FECHA DE ENSAYO** : 20.04.2021

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

DESCRIPCIÓN DEL SUELO					
Clasificación SUCS	(NTP 339.134-1999)	SC - SM	Límite Líquido (%)	(NTP 339.129-1999)	24
Clasificación AASHTO	(NTP 339.135-1999)	A-1-b (0)	Límite Plástico (%)	(NTP 339.129-1999)	5
Tamaño Máximo (mm)	(NTP 400.012-2001)	--	Mat. más Fino N° 200 (%)	(NTP 339.132-1999)	17
Consistencia (s. fino)	(NTP 339.150-2001)	--	Cementación (s. grueso)	(NTP 339.150-2001)	--
CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO					
DESCRIPCIÓN		(49,03 kPa)	(98,1 kPa)	(196,1 kPa)	
Diámetro	(cm)	6.270	6.270	6.270	6.270
Área	(cm <sup>2</sup> )	30.88	30.88	30.88	30.88
Altura Inicial	(cm)	2.015	2.015	2.015	2.015
Altura Final	(cm)	1.794	1.753	1.699	1.699
Volumen Inicial	(cm <sup>3</sup> )	62.22	62.22	62.22	62.22
Volumen Final	(cm <sup>3</sup> )	55.39	54.12	52.47	52.47
Relación Diámetro / Altura		3.11	3.11	3.11	3.11
Condición de la Estructura del Suelo		Alterado	Alterado	Alterado	Alterado
Peso Húmedo Inicial	(g)	85.6	85.6	85.6	85.6
Peso Húmedo Final	(g)	93.7	93.2	93.6	93.6
Peso Seco	(g)	78.2	78.1	78.4	78.4
Humedad Inicial	(%) (NTP 339.127 - 1998)	9.4	9.6	9.2	9.2
Humedad Final	(%) (NTP 339.127 - 1998)	19.7	19.4	19.4	19.4
Densidad Húmeda Inicial	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.376	1.376	1.376	1.376
Densidad Húmeda Final	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.691	1.722	1.783	1.783
Densidad Seca Inicial	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.257	1.255	1.260	1.260
Densidad Seca Final	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.412	1.443	1.494	1.494
Condiciones Ambientales del Ensayo					
Temperatura Ambiente (°C)	27	Humedad Relativa (%)	53	Gravedad Específica (g/cm <sup>3</sup> )	
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO					
Nombre	Equipo de Corte Directo Digital - ELE				
N° Serie	1627-6-1218	Modelo	D - 300 A - 4		
Factor del Anillo de Corte	LD * 0.2969+4.481	Peso del Anillo Tallador (g)	66.00		

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo 85% - Ceniza de madera 15%.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 01.04.2021
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario

LSP (22/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°055



  
 ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION  
 REG. CIP 83285  
 GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 20 de Abril del 2021



**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2021 - LSP**

**SOLICITANTE** : EDWIN MALCA ORE  
DIANEE CHAVEZ MALCA

**PROYECTO DE TESIS** : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"

**UBICACIÓN** : Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 01.04.2021

**MUESTRA** : suelo

**CANTIDAD** : 10 kg

**PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.

**FECHA DE ENSAYO** : 20.04.2021

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

Desplaz Horiz. (mm)	ESFUERZO NORMAL (49,03 kPa)				ESFUERZO NORMAL (98,1 kPa)				ESFUERZO NORMAL (196,1 kPa)			
	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	2.060	0.0	0.00	0.00	2.380	0.0	0.00	0.00	2.898	0.0	0.00	0.00
0.25	2.134	13.0	8.34	26.49	2.408	23.0	11.31	35.92	2.929	46.0	18.14	57.60
0.50	2.144	17.0	9.53	30.26	2.441	29.0	13.09	41.57	2.954	54.0	20.51	65.15
0.75	2.154	21.0	10.72	34.03	2.469	35.0	14.87	47.23	2.990	61.0	22.59	71.75
1.00	2.164	25.0	11.90	37.80	2.494	40.0	16.36	51.95	3.020	68.0	24.67	78.35
1.25	2.177	28.0	12.79	40.63	2.520	45.0	17.84	56.66	3.035	75.0	26.75	84.95
1.50	2.187	30.0	13.39	42.52	2.537	50.0	19.33	61.37	3.058	81.0	28.53	90.60
1.75	2.200	32.0	13.98	44.40	2.553	54.0	20.51	65.15	3.071	87.0	30.31	96.26
2.00	2.212	32.0	13.98	44.40	2.576	57.0	21.40	67.97	3.081	93.0	32.09	101.92
2.25					2.601	59.0	22.00	69.86	3.096	98.0	33.58	106.63
2.50					2.624	59.0	22.00	69.86	3.112	104.0	35.36	112.29
2.75									3.124	109.0	36.84	117.00
3.00									3.134	113.0	38.03	120.77
3.25									3.147	115.0	38.62	122.66
3.50									3.157	115.0	38.62	122.66
3.75												
Velocidad de Deformación**	0.143 mm/min.				0.143 mm/min.				0.143 mm/min.			

\*\*Ensayo realizado despues de la consolidación primaria.

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo 85% - Ceniza de madera 15%.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 01.04.2021
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



LSP (23/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°055

ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION  
REG. CIP 83285  
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

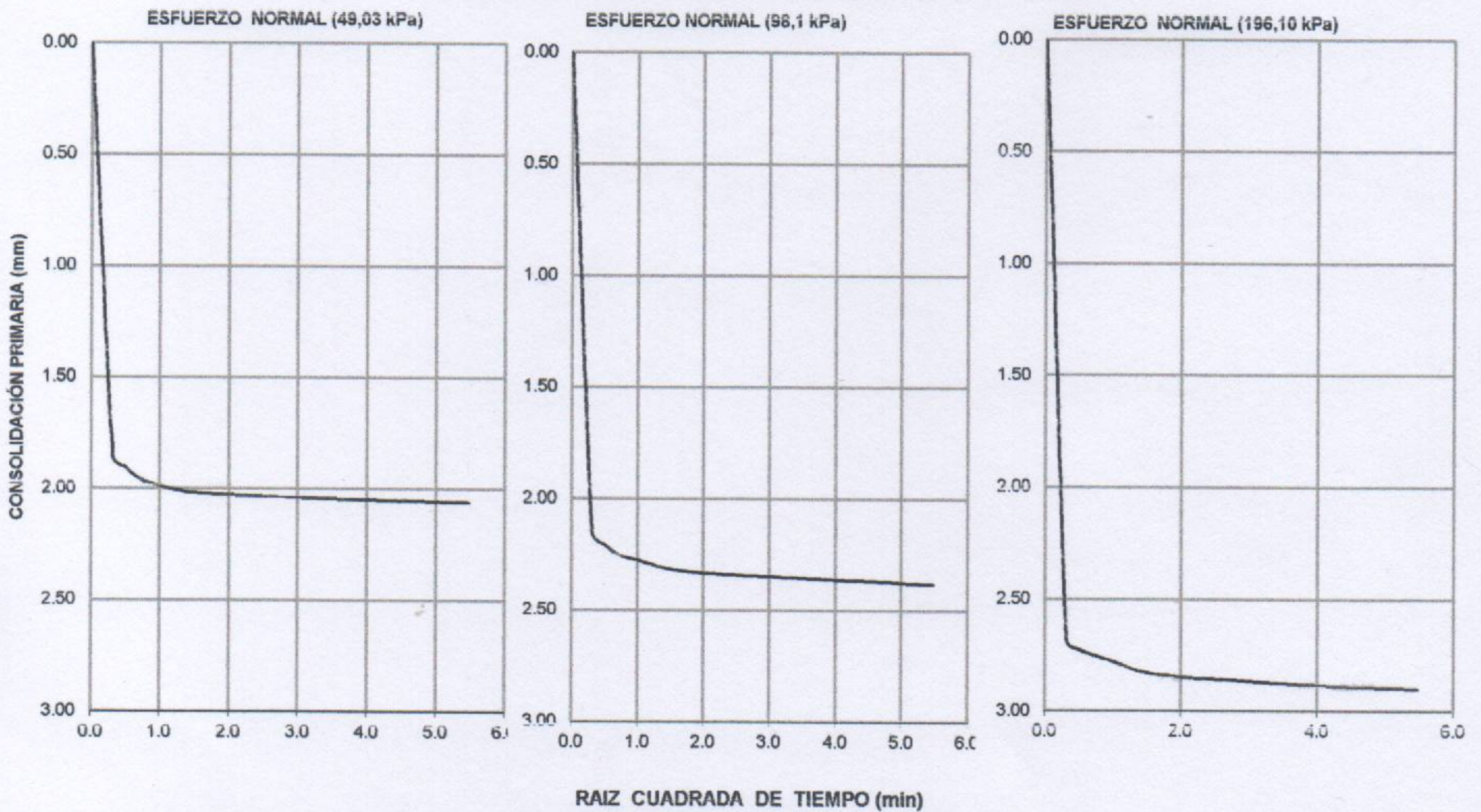
Lima, 20 de Abril del 2021



**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2021 - LSP**

<b>SOLICITANTE</b>	: EDWIN MALCA ORE DIANEE CHAVEZ MALCA	<b>MUESTRA</b>	: suelo
<b>PROYECTO DE TESIS</b>	: "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"	<b>CANTIDAD</b>	: 10 kg
<b>UBICACIÓN</b>	: Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho	<b>PRESENTACIÓN</b>	: saco de polietileno.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 01.04.2021	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 20.04.2021

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS  
CONSOLIDACIÓN PRIMARIA (NTP 339.154 - 2001)**



- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo 85% - Ceniza de madera 15%.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 01.04.2021
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



  
ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION  
REG. CIP 83285  
GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C

Lima, 20 de Abril del 2021

LSP (24/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°055



**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2021 - LSP**

**SOLICITANTE** : EDWIN MALCA ORE  
DIANEE CHAVEZ MALCA

**PROYECTO DE TESIS** : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"

**UBICACIÓN** : Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 01.04.2021

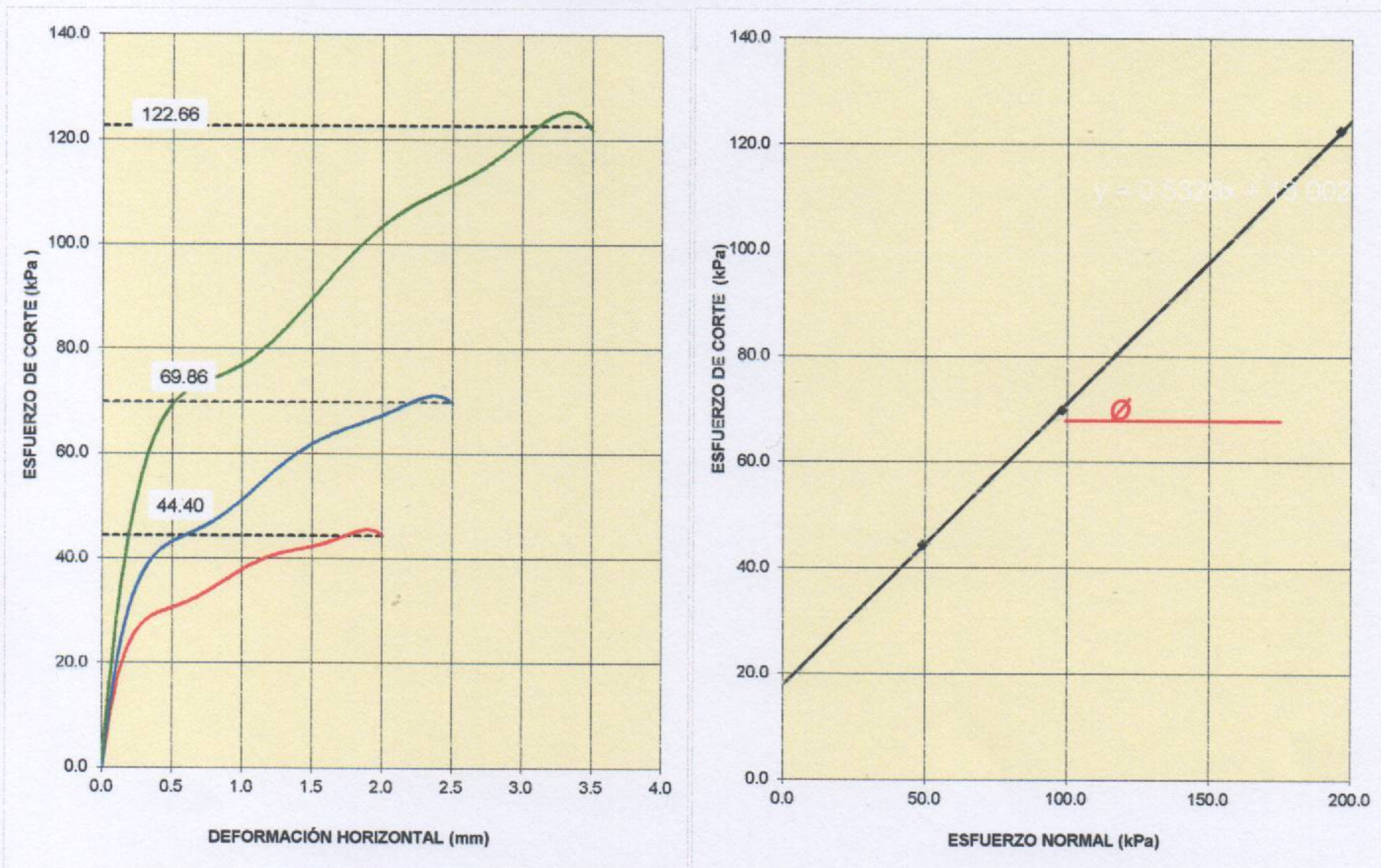
**MUESTRA** : suelo

**CANTIDAD** : 10 kg

**PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.

**FECHA DE ENSAYO** : 20.04.2021

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**



RESULTADOS DE ENSAYO			
COHESIÓN (kPa)	18.0	kg/cm <sup>2</sup> (0.18)	ÁNGULO DE FRICCIÓN ( $\phi$ )
			28.1°

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo 85% - Ceniza de madera 15%.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 01.04.2021
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (25/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°055



**ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION**  
REG. CIP 83285  
GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 20 de Abril del 2021

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2021 - LSP**

SOLICITANTE : EDWIN MALCA ORE MUESTRA : suelo  
DIANEE CHAVEZ MALCA  
PROYECTO DE TESIS : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021" CANTIDAD : 10 kg  
UBICACIÓN : Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho PRESENTACIÓN : saco de polietileno.  
FECHA DE RECEPCIÓN : 01.04.2021 FECHA DE ENSAYO : 20.04.2021

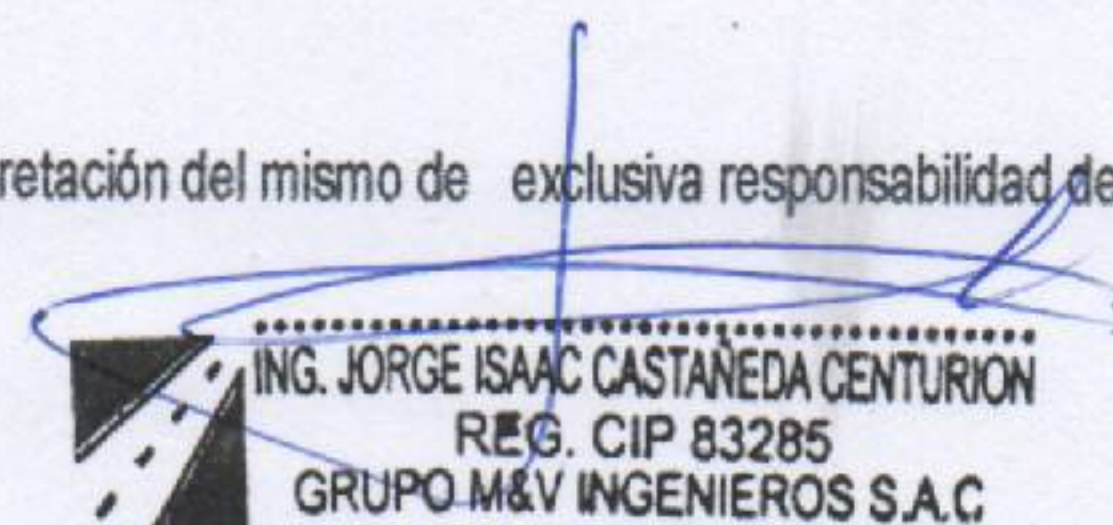
NTP.339.171(2002) **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

DESCRIPCIÓN DEL SUELO					
Clasificación SUCS	(NTP 339.134-1999)	SC - SM	Límite Líquido (%)	(NTP 339.129-1999)	23
Clasificación AASHTO	(NTP 339.135-1999)	A-1-b (0)	Límite Plástico (%)	(NTP 339.129-1999)	4
Tamaño Máximo (mm)	(NTP 400.012-2001)	--	Mat. más Fino N° 200 (%)	(NTP 339.132-1999)	19
Consistencia (s. fino)	(NTP 339.150-2001)	--	Cementación (s. grueso)	(NTP 339.150-2001)	--
CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO					
DESCRIPCIÓN		(49,03 kPa)	(98,1 kPa)	(196,1 kPa)	
Diámetro	(cm)	6.270	6.270	6.270	
Área	(cm <sup>2</sup> )	30.88	30.88	30.88	
Altura Inicial	(cm)	2.015	2.015	2.015	
Altura Final	(cm)	1.796	1.752	1.696	
Volumen Inicial	(cm <sup>3</sup> )	62.22	62.22	62.22	
Volumen Final	(cm <sup>3</sup> )	55.45	54.11	52.38	
Relación Diámetro / Altura		3.11	3.11	3.11	
Condición de la Estructura del Suelo		Alterado	Alterado	Alterado	
Peso Húmedo Inicial	(g)	91.0	91.0	91.0	
Peso Húmedo Final	(g)	98.6	98.8	99.1	
Peso Seco	(g)	82.9	83.0	83.1	
Humedad Inicial	(%) (NTP 339.127 - 1998)	9.8	9.6	9.6	
Humedad Final	(%) (NTP 339.127 - 1998)	19.0	19.1	19.4	
Densidad Húmeda Inicial	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.462	1.462	1.462	
Densidad Húmeda Final	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.779	1.827	1.893	
Densidad Seca Inicial	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.331	1.334	1.334	
Densidad Seca Final	(g/cm <sup>3</sup> ) (NTP 339.139 - 1999)	1.495	1.534	1.586	
Condiciones Ambientales del Ensayo					
Temperatura Ambiente (°C)	20.5	Humedad Relativa (%)	54	Gravedad Específica (g/cm <sup>3</sup> )	
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO					
Nombre	Equipo de Corte Directo Digital - ELE				
N° Serie	1627-6-1218	Modelo	D - 300 A - 4		
Factor del Anillo de Corte	LD * 0.2969+4.481	Peso del Anillo Tallador (g)	66.00		

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo 75% - Ceniza de madera 25%.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 01.04.2021
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (26/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°051



  
 ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION  
 REG. CIP 83285  
 GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 20 de Abril del 2021



**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2021 - LSP**

**SOLICITANTE** : EDWIN MALCA ORE **MUESTRA** : suelo  
 DIANEE CHAVEZ MALCA  
**PROYECTO DE TESIS** : "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la  
 subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021" **CANTIDAD** : 10 kg  
**UBICACIÓN** : Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho **PRESENTACIÓN** : saco de polietileno.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 01.04.2021 **FECHA DE ENSAYO** : 20.04.2021

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO  
 CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

Desplaz Horiz. (mm)	ESFUERZO NORMAL (49,03 kPa)				ESFUERZO NORMAL (98,1 kPa)				ESFUERZO NORMAL (196,1 kPa)			
	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	2.050	0.0	0.00	0.00	2.377	0.0	0.00	0.00	2.875	0.0	0.00	0.00
0.25	2.118	14.0	8.64	27.43	2.398	24.0	11.61	36.86	2.903	45.0	17.84	56.66
0.50	2.126	18.0	9.83	31.20	2.438	32.0	13.98	44.40	2.926	56.0	21.11	67.03
0.75	2.141	22.0	11.01	34.97	2.436	39.0	16.06	51.00	3.015	67.0	24.37	77.40
1.00	2.154	25.0	11.90	37.80	2.492	45.0	17.84	56.66	3.035	77.0	27.34	86.83
1.25	2.162	28.0	12.79	40.63	2.520	49.0	19.03	60.43	3.048	85.0	29.72	94.37
1.50	2.169	30.0	13.39	42.52	2.530	53.0	20.22	64.20	3.076	92.0	31.80	100.97
1.75	2.182	32.0	13.98	44.40	2.558	57.0	21.40	67.97	3.096	99.0	33.87	107.57
2.00	2.195	30.0	13.39	42.52	2.591	60.0	22.30	70.80	3.114	105.0	35.66	113.23
2.25					2.614	61.0	22.59	71.75	3.122	110.0	37.14	117.95
2.50					2.629	61.0	22.59	71.75	3.132	114.0	38.33	121.72
2.75									3.147	119.0	39.81	126.43
3.00									3.160	123.0	41.00	130.20
3.25									3.175	124.0	41.30	131.15
3.50									3.188	124.0	41.30	131.15
3.75												
Velocidad de Deformación**	0.143 mm/min.				0.143 mm/min.				0.143 mm/min.			

\*\*Ensayo realizado despues de la consolidación primaria.

- Nota:** - Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo 75% - Ceniza de madera 25%.  
 - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.  
 - Muestra ensayada pasante la malla N°4.  
 - Fecha de Orden de Servicio : 01.04.2021  
 - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



LSP (27/31)  
 cafc/vrc  
 O.S. N°051

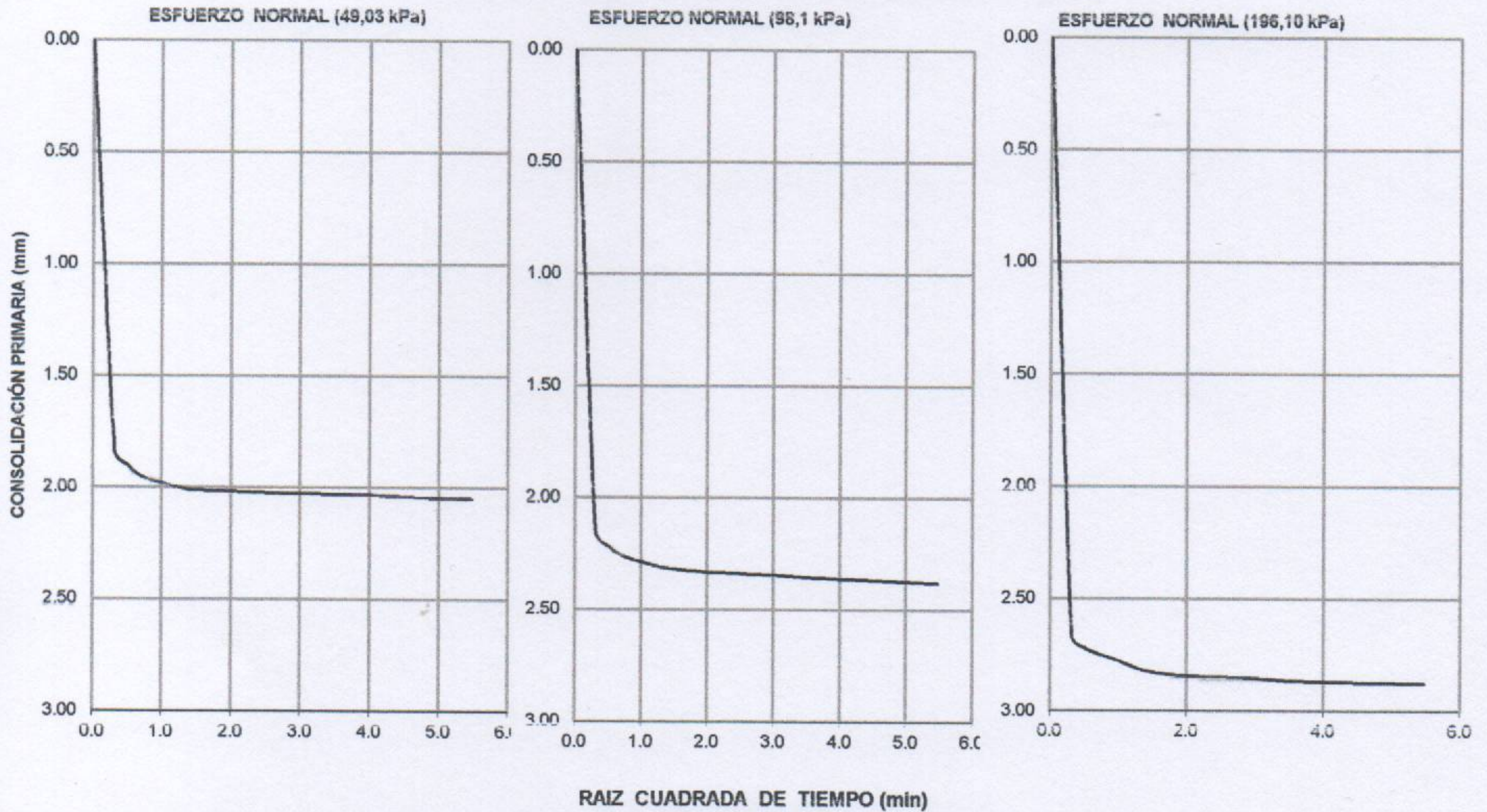
ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURIÓN  
 REG. CIP 83285  
 GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.  
 Lima, 20 de Abril del 2021



**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2021 - LSP**

<b>SOLICITANTE</b>	: EDWIN MALCA ORE DIANEE CHAVEZ MALCA	<b>MUESTRA</b>	: suelo
<b>PROYECTO DE TESIS</b>	: "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"	<b>CANTIDAD</b>	: 10 kg
<b>UBICACIÓN</b>	: Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho	<b>PRESENTACIÓN</b>	: saco de polietileno.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 01.04.2021	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 20.04.2021

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS  
CONSOLIDACIÓN PRIMARIA (NTP 339.154 - 2001)**



- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo 75% - Ceniza de madera 25%.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 01.04.2021
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



LSP (28/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°051

  
ING. JORGE ISAAC CASTAÑEDA CENTURION  
REG. CIP 83285  
GRUPO M & V INGENIEROS S.A.C.

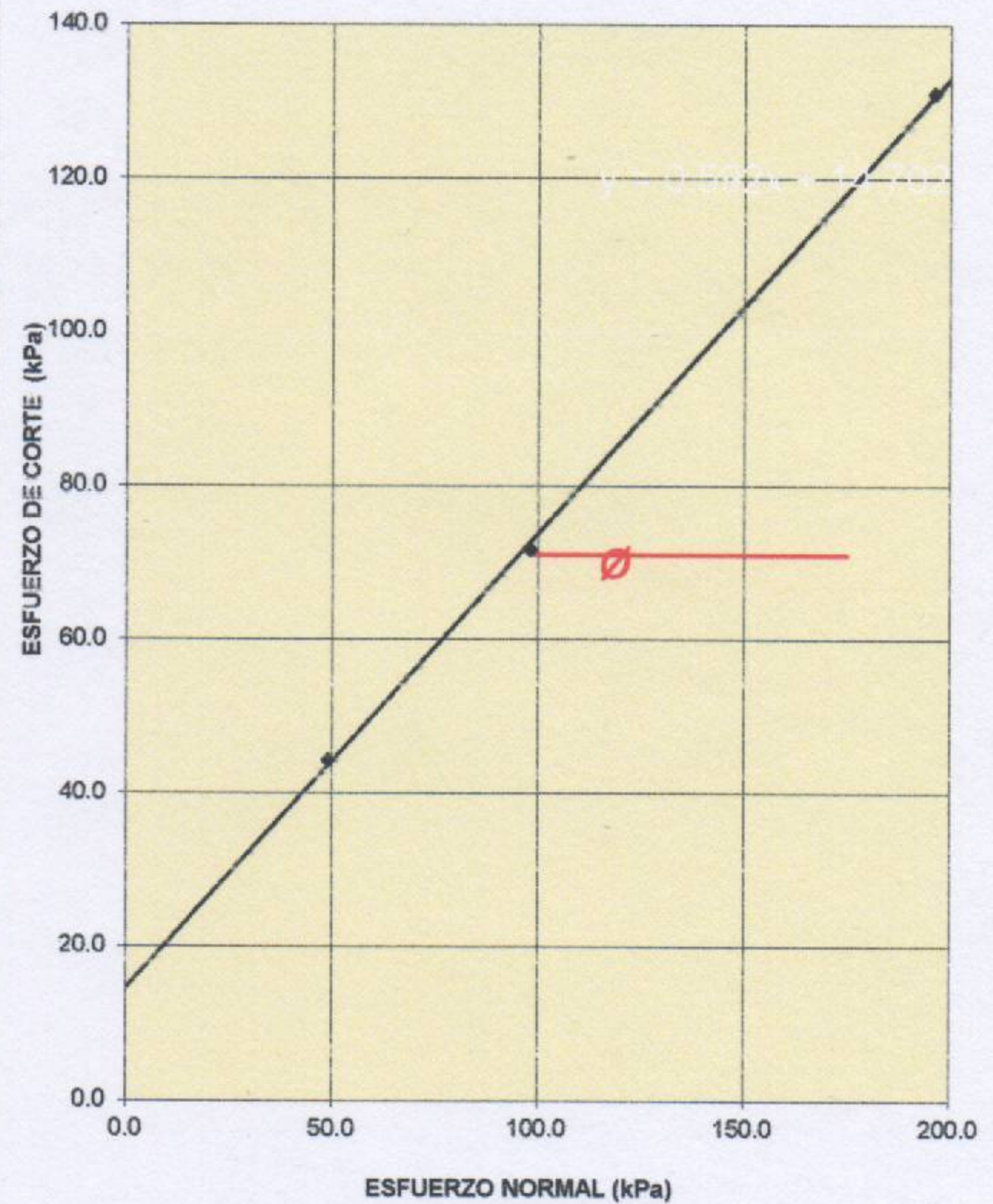
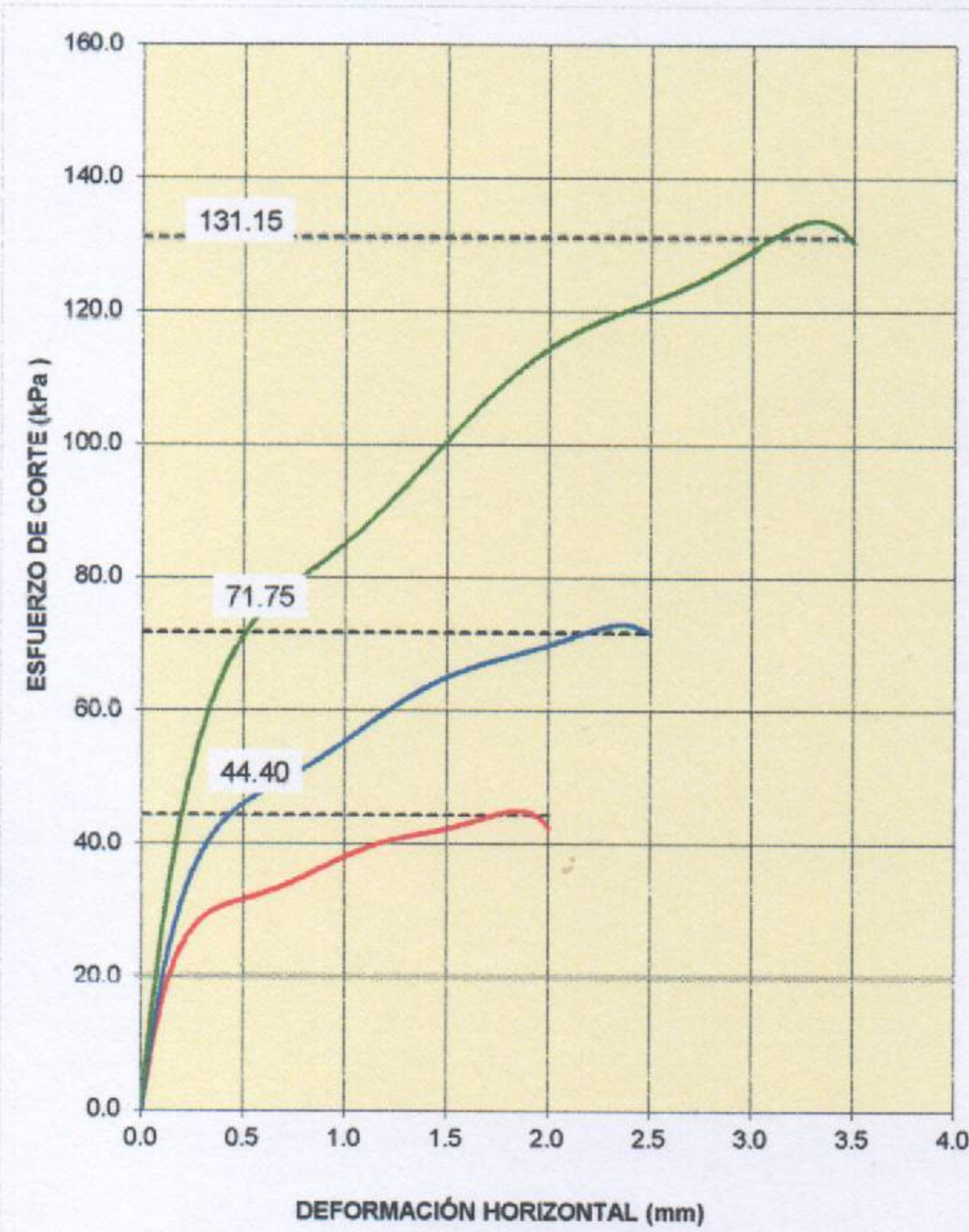
Lima, 20 de Abril del 2021



**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO N° 055 - 2021 - LSP**

<b>SOLICITANTE</b>	: EDWIN MALCA ORE DIANEE CHAVEZ MALCA	<b>MUESTRA</b>	: suelo
<b>PROYECTO DE TESIS</b>	: "Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021"	<b>CANTIDAD</b>	: 10 kg
<b>UBICACIÓN</b>	: Av. Mariscal Cáceres, Ayacucho	<b>PRESENTACIÓN</b>	: saco de polietileno.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 01.04.2021	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 20.04.2021

**NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**



RESULTADOS DE ENSAYO			
COHESIÓN (kPa)	14.7	kg/cm <sup>2</sup> (0.15)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (φ)
			30.6°

- Nota:**
- Muestra alterada, muestreada e identificada por el solicitante. Suelo 75% - Ceniza de madera 25%.
  - Muestra ensayada con datos de humedad como fue recepcionada en el laboratorio de Suelos y Pavimentos.
  - Muestra ensayada pasante la malla N°4.
  - Fecha de Orden de Servicio : 01.04.2021
  - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LSP (29/31)  
cafc/vrc  
O.S. N°051



ING. JORGE ISAAC CASTANEDA CENTURION  
REG. CIP 83285  
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.

Lima, 20 de Abril del 2021

ANEXO 5: CERTIFICADOS DE CALIBRACION



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 113 - 2020

Página : 1 de 0

Expediente : T 074-2020  
Fecha de Emisión : 2020-06-10

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2238 APM  
SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIBAGNCHO - LIMA

2. Descripción del Equipo : ANILLO DE CARGA DE CORTE DIRECTO

Marca de Prensa : ELE INTERNATIONAL  
Modelo de Prensa : 26-211401  
Serie de Prensa : 1865-2-1699  
Identificación de Prensa : NO INDICA  
Marca de Anillo : ELE INTERNATIONAL  
Modelo de Anillo : 78-100  
Serie de Anillo : 78-100-02549  
Capacidad del Anillo : 10 kN  
Identificación de Anillo : NO INDICA

Marca del Dial : ELE INTERNATIONAL  
Modelo del Dial : NO INDICA  
Serie del Dial : 21021  
Procedencia : NO INDICA  
Identificación del Dial : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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 o ajustada en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no es responsable 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. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2238 APM SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIBAGNCHO - LIMA  
09 - JUNIO - 2020

### 4. Método de Calibración

La calibración se realiza por el método de comparación del dial del anillo y la lectura de cada patrón.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	UNIDAD	REALIZADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AF-1000	AF-1000	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA DEL PERU
INDICADOR	AF-1000	AF-1000	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA DEL PERU

### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,2	21,2
Humedad %	74	74

### 7. Observaciones

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Tel: 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

# Ensayo de corte directo

Documento Autorizado para  
Ensayos de Tesis  
La Empresa se Reserva el Derecho Exclusivo  
de Uso y/o difusión de Validación de los Ensayos  
Ejecutados en nuestras Instalaciones. Gerencia Técnica.  
Grupo M&V Ingenieros SAC



# JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Pág. 1 de 4

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° L0718034

### BALANZA ELECTRÓNICA

**CLIENTE :** M&V INGENIEROS PERÚ  
**DIRECCIÓN :** CORPORACION. SAN MIGUEL MZ. D LT. 8 URB. CAMPOY – SAC JMR  
**LUGAR :** S.J.L. – LIMA

**DATOS DEL EQUIPO :** LIMA

**Marca :** WEIGHT  
**Modelo :** JCS BI  
**Serie :** H51503352  
**Indicación :** Digital  
**Capacidad :** 30000 g.  
**Procedencia :** CHINA  
**Identificación :** L0718034

**Ubicación :** Laboratorio de JMR EQUIPOS SAC

Fecha de emisión:

Lima, 07 de diciembre del 2010

JMR EQUIPOS S.A.C.

Tco. PAUL FAWO SOLÍS PIZANGO  
JEFE LABORATORIO METROLOGIA



Hugo Luis Arana Camacho  
INGENIERO CIVIL  
RUC Nº 138951

Documento Autorizado para Ensayos de Tesis  
de Uso y/o difusión de nuestras Instalaciones. Gerencia Técnica.  
Ejecutados en nuestras Instalaciones. Grupo M&V Ingenieros SAC

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA / OFICINA CENTRAL:

ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA

Cel.: 989 589 974 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, jmrventas01@gmail.com / Web: jmrequipos.com





# JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de

Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Pág. 1 de 7

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° L0418009

### HORNO ELÉCTRICO

**CLIENTE :** M&V INGENIEROS PERU

**DIRECCIÓN :** CORPORACIÓN SAN MIGUEL MZ. D.LT. 8 URB. CAMPOY  
S.J.E. - LIMA - PERU

**LUGAR :** LIMA

**DATOS DEL EQUIPO**

**Marca :** SIN MARCA

**Modelo :** Sin modelo

**Serie :** Sin serie

**Cámara :** 80 Litros

**Ventilación :** Natural

**Indicación :** Digital

**Marca :** Tholz, Mod.: M10, Serie: Sin Serie

**Temperatura :** T° Ambiente - 5 °C a 300 °C, Sencillez 1 °C

**Identificación :** L0418009

Fecha de Emisión:  
El día 08 de diciembre del 2014

**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
 Ing. CAPAC FAVIO SOLA PIZANGO  
 JEFE LABORATORIO METROLOGIA

Hugo Luis Arévalo Carnica  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 138951

Documento Autorizado para  
 La Empresa se Reserva el Derecho Exclusivo  
 de Uso y Difusión de Validación de los Ensayos  
 Ejecutados en nuestras Instalaciones. Gerencia Técnica.



# JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio. Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto

RUC 20566329728

Pág. 1 de 3

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° L1018022

### TERMÓMETRO DIGITAL

CLIENTE :

M&V INGENIEROS PERÚ

DIRECCIÓN :

CORPORACIÓN SAN MIGUEL MZ. D LT. 8 URB.

CAMPOY - S.J.L. - LIMA

LUGAR :

LIMA

#### DATOS DEL EQUIPO

Marca :

DIGITAL THERMOMETER

Modelo :

JR-1

Serie :

Sin Serie

Indicador :

Digital

Alcance :

-50 °C a 300 °C

Identificación :

L1018022

Ubicación :

Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.

Fecha de emisión:

Lima, 07 de diciembre del 2018

JMR EQUIPOS S.A.C.  
Tto. PAUL FAVIO ROZA PIZANGO  
JEFE LABORATORIO METROLOGIA



Go Luis Arévalo Canica  
INGENIERO CIVIL  
CIP 115951

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL:

ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA

Tel: (+51) 01 562 8972 / E-mail: ventas@jmrequipos.com; servicios@jmrequipos.com

Web: www.jmrequipos.com

Documento Autorizado para  
de Uso y/o difusión de nuestros Ensayos de Tesis Exclusivo  
Reserva el Derecho de los Ensayos  
Ejecutados en nuestras Instalaciones Gerencia Técnica.  
Grupo M&V Ingenieros SAC

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED



Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
**ASTM E 11:2013**

ABERTURA PROMEDIO 151,71  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 151,16  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 25,43  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 60  
MESH No.

SERIE No. 47620  
SERIAL No.

INCERIDUMBRE DE MEDICION  $\pm 7,2 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2015-05-12  
DATE

FIRMA  
SIGN

ASTM E 11-13  
BUREAU VERITAS  
Certification



N° CP15087 - 2014

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957

Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)

BOGOTÁ - COLOMBIA

Documento Autorizado para  
La Empresa se Reserva el Derecho Exclusivo  
de Uso y/o difusión de Validación de los Ensayos  
Ejecutados en nuestras Instalaciones. Gerencia Técnica.  
Grupo M&V Ingenieros SAC

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED



Manufactured by **PINZUAR** LTDA

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
**ASTM E 11:2013**

ABERTURA PROMEDIO 423,68  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 421,68  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 289,36  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 40  
MESH No.

SERIE No. 0080  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN  $\pm 0,05 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2015-03-24  
DATE

FIRMA  
SIGN

ASTM E 11 - 13

BUREAU VERITAS  
Certification

N° CP.6287 - 2014



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957

Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)

BOGOTÁ - COLOMBIA

Documento Autorizado para  
Ensayos de Pesis  
La Empresa se Reserva el Derecho Exclusivo  
de Uso y/o difusión de Validación de los Ensayos  
Ejecutados en nuestras Instalaciones. Gerencia Técnica.  
Grupo M&V Ingenieros SAC

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
**ASTM E 11:2013**

ABERTURA PROMEDIO 1999,12  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MAXIMA 2047,41  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 18,27  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

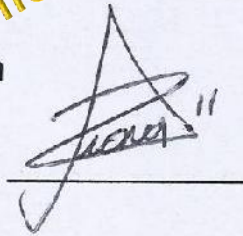
MALSA No. 10  
MESH No.

SERIE No. 47857  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN  $\pm 16,83 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2013-05-11  
DATE

FIRMA  
SIGN



ASTM E 11 - 13

BUREAU VERITAS  
Certification

N° CP/0087 - 2014



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957

Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)

BOGOTÁ - COLOMBIA

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED



Manufactured by **PINZUAR** LTDA

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
ASTM E 11:2011

ABERTURA PROMEDIO 4,82 mm  
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MAXIMA 4,83 mm  
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 1,48 mm  
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 4  
MESH No.

SERIE No. 41388  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,3 µm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2011-11-04  
DATE

FIRMA  
SIGN

ASTM E 11 - 13

BUREAU VERITAS  
Certification

14 CR16087 - 2014



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957

Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)

BOGOTÁ - COLOMBIA

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED



Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
**ASTM E 11:2013**

ABERTURA PROMEDIO 9,47 mm  
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MAXIMA 9,58 mm  
MAXIMUM APERTURE

DIAMETRO PROMEDIO 2,28 mm  
AVERAGE DIAMETER

MARCA No. 78"  
MESH No.

SERIE No. 1954  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICION ±10,5 µm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2015/04/18  
DATE

FIRMA  
SIGN

*darold Lopez*

Documento Autorizado para  
La Empresa se Reserva el Derecho Exclusivo  
de Uso y/o difusión de Validación de los Ensayos  
Ejecutados en nuestras Instalaciones. Gerencia Técnica.  
Grupo M&V Ingenieros SAC

ASTM E 11 - 13

BUREAU VERITAS  
Certification



N° PP10037 - 2014

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957

Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)

BOGOTÁ - COLOMBIA

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED



Manufactured by **PINZUAR** LTDA

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2013

ABERTURA PROMEDIO 18,98 mm  
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MAXIMA 19,00 mm  
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 3,13 mm  
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 58  
MESH No.

SERIE No. 47004  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,55 µm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2013-04-25  
DATE

FIRMA  
SIGN *Jarold Lopez*

ASTM E 11 - 13

BUREAU VERITAS  
Certification

Nº CP-8087 - 2014



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957

Calle 18 # 103 B 72

www.pinzuar.com.co

BOGOTÁ - COLOMBIA



TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED



Manufactured by **PINZUAR** LTDA

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2013

ABERTURA PROMEDIO 12,53 mm  
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MAXIMA 12,54 mm  
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 2,41 mm  
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 72  
MESH No.

SERIAL No. 4965  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICION ± 1,55 µm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2013-02-08  
DATE

FIRMA  
SIGN

ASTM E 11 - 13  
BUREAU VERITAS  
Certification



Nº 2010597 - 2014

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957

Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)

BOGOTÁ - COLOMBIA

Documento Autorizado para  
Ensayo de Tesis  
La Empresa se Reserva el Derecho Exclusivo  
de Uso y/o difusión de Validación de los Ensayos  
Ejecutados en nuestras Instalaciones. Gerencia Técnica.  
Grupo M&V Ingenieros SAC

Yo, Mg. Ing. Miguel Angel Solar Jara, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Campus San Juan de Lurigancho revisor de la tesis titulada:

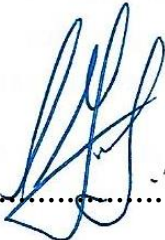
“Aplicación de Ceniza de Madera de Fondo para estabilizar la subrasante en Avenida Mariscal Cáceres, Ayacucho 2021” de los estudiantes:

Chávez Malca, Dianee  
Malca Ore, Edwin

Constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha: San Juan de Lurigancho, 12-06-21



.....  
Mg. Ing. Miguel Angel Solar Jara  
DNI: 18148900

	Elabora  Dirección de Investigación	Revisó	 Responsable del SGC	  VICEDIRECTORADO DE Investigación
---	---	--------	--	---