

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS**

**ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS  
INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO  
PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL  
DISTRITO DE PILCOMAYO**

**Presentado por:**

**BACH. GALA CHUMBES, YERZON JAN CARLOS**

**BACH. HUAMAN CUYUTUPAC, LAURA CECILIA**

**Línea de Investigación Institucional:**

**Transporte y Urbanismo**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO CIVIL**

**Huancayo – Perú**

**2021**

**FALSA PORTADA**

**ASESOR**

**ING. NATALY CORDOVA ZORRILLA**

## DEDICATORIA

A mi familia en especial a mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles y por la disponibilidad con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, principios, carácter, empeño, perseverancia y coraje para conseguir mis objetivos.

Bach. Gala Chumbes, Yerzon Jan Carlos.

Dedico el proyecto de investigación a mis padres, docentes, por su incondicional apoyo, por brindarme su mano en experiencias complicadas y por el amor ofrecido diariamente.

Bach. Huamán Cuyutupac, Laura Cecilia.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis familiares que siempre han sido el impulso durante el periodo de mis estudios y así pude dar por concluido mis objetivos.  
Mis eternos concejeros de la vida.

Bach. Gala Chumbes, Yerzon Jan Carlos.

A mis padres, amigos por brindarme sus consejos día a día y hoy nos toca cerrar momentos únicos en esta etapa de la vida mi agradecimiento total por su apoyo y constancia, incondicionalmente.

Bach. Huamán Cuyutupac, Laura Cecilia.



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**

*"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"*

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA:

**CONSTANCIA N° 387**

Que, el (la) bachiller: **YERZON JAN CARLOS, GALA CHUMBES**, de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL, Presentó la tesis denominada: **"ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO"**, la misma que cuenta con **158 Páginas**, ha sido ingresada por el **SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO** obteniendo el **21%** de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 26 de diciembre del 2022



Dr. Santiago Zevallos Salinas  
Director de la Unidad de Investigación



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

---

*"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"*

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA:

**CONSTANCIA N° 388**

Que, el (la) bachiller: LAURA CECILIA, HUAMAN CUYUTUPAC, de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL, Presentó la tesis denominada: "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO", la misma que cuenta con 158 Páginas, ha sido ingresada por el SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO obteniendo el 21% de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 26 de diciembre del 2022



---

Dr. Santiago Zevallos Salinas  
Director de la Unidad de Investigación

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera  
Decano

---

Mg. Yina Milagro Ninahuanca Zavala  
Jurado

---

Mg. Fernando Anacleto Boza Ccora  
Jurado

---

Mg. Henry Gustavo Pautrat Egoavil  
Jurado

---

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza  
Secretario Docente



## INDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>v</b>
<b>INDICE</b> .....	<b>9</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>12</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>13</b>
<b>INDICE DE FOTOGRAFÍAS</b> .....	<b>15</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>18</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>19</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>22</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>22</b>
1.1.Descripción de la realidad problemática .....	22
1.2.Formulación del problema .....	24
1.2.1. Problema general .....	24
1.2.2. Problemas específicos .....	24
1.3.Justificación de la investigación.....	24
1.3.1. Justificación práctica .....	24
1.3.2. Justificación científica.....	25
1.3.3. Justificación metodológica.....	25
1.4.Delimitación de la investigación.....	26
1.4.1. Espacial.....	26
1.4.2. Temporal .....	26
1.5.Limitaciones.....	26
1.6.Objetivos de la investigación .....	26
1.6.1. Objetivo general .....	26
1.6.2. Objetivos específicos.....	27
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>28</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>28</b>
2.1.Antecedentes de la investigación.....	28
2.1.1. Antecedentes nacionales .....	28
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	30
2.2.Marco conceptual.....	33

2.2.1. Estabilización de suelos .....	33
2.2.2. Estabilización de suelos arcillosos .....	47
2.2.3. Ceniza de hoja de eucalipto .....	52
2.2.4. Subrasante .....	57
2.3. Definición de términos .....	62
2.4. Hipótesis .....	63
2.4.1. Hipótesis general .....	63
2.4.2. Hipótesis específica .....	63
2.5. Variables .....	63
2.5.1. Definición conceptual de las variables .....	63
2.5.2. Definición operacional de la variable .....	64
2.5.3. Operacionalización de variables .....	64
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>66</b>
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>66</b>
3.1. Método de investigación .....	66
3.2. Tipo de investigación .....	66
3.3. Nivel de la investigación .....	67
3.4. Diseño de la investigación .....	67
3.5. Población y muestra .....	68
3.5.1. Población .....	68
3.5.2. Muestra .....	68
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	68
3.6.1. Técnicas .....	68
3.6.2. Instrumentos .....	69
3.7. Validez y confiabilidad del instrumento de investigación .....	69
3.7.1. Validez .....	69
3.7.2. Confiabilidad .....	70
3.8. Procesamiento de la información .....	70
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>71</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>71</b>
4.1. Descripción de resultados .....	71
4.1.1. Límites de Atterberg de los especímenes .....	71
4.1.2. Proctor Modificado de los especímenes .....	76
4.1.3. Valor de CBR de los especímenes .....	79

4.1.4. Impermeabilidad de los especímenes .....	80
4.2. Contrastación de hipótesis.....	82
4.2.1. Hipótesis específica “a” .....	82
4.2.2. Hipótesis específica “b” .....	83
4.2.3. Hipótesis específica “c”.....	84
4.2.4. Hipótesis específica “d” .....	85
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>87</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>87</b>
5.1. Discusión de resultados con antecedentes.....	87
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>91</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>92</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>97</b>
<b>Anexo N°01: Matriz de consistencia .....</b>	<b>98</b>
<b>Anexo N°02: Instrumentos de investigación válidos .....</b>	<b>100</b>
<b>Anexo N°03: Certificados de laboratorio.....</b>	<b>107</b>
<b>Anexo N°04: Registros fotográficos .....</b>	<b>145</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios para estabilizar un suelo. ....	33
Tabla 2. Clases de suelos de acuerdo a la dimensión de la partícula.....	42
Tabla 3. Clases de suelos de acuerdo a su Índice de Plasticidad.....	43
Tabla 4. Clases de suelos de acuerdo al equivalente de arena. ....	44
Tabla 5. Clases de suelos de acuerdo al índice de Grupo. ....	45
Tabla 6. Correlación de las clases de suelos ASHTO – SUCS.....	46
Tabla 7. Categorías de subrasante. ....	47
Tabla 8. Índice de plasticidad de la arcilla. Norma ASTM D4318 – 84.....	48
Tabla 9. Clasificación de suelos de acuerdo a la dimensión de partículas.....	48
Tabla 10. N° de calicatas para exploración de la superficie terrestre.....	60
Tabla 11. Operacionalización de variables.....	64
Tabla 12: Rangos y Magnitudes de validez.....	69
Tabla 13: Rangos y Magnitudes de Confiabilidad .....	70
Tabla 14. Límite líquido, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto. ....	71
Tabla 15. Límite plástico, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto. ....	73
Tabla 16. Índice plástico, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto. ....	74
Tabla 17. Máxima densidad seca, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto.....	76
Tabla 18. Optimo contenido de humedad, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto.....	77
Tabla 19. Valor de CBR, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto.....	79
Tabla 20. Calidad de drenaje, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto.....	81
Tabla 21. Contrastación de hipótesis específica “a” .....	83
Tabla 22. Contrastación de hipótesis específica “b” .....	84
Tabla 23. Contrastación de hipótesis específica “c” .....	85
Tabla 24. Contrastación de hipótesis específica “d” .....	85

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estabilización por compactación aplicando rodillo “pata de cabra”. .....	35
Figura 2. Diagrama de separación de capas granulares y subrasante con geotextil.....	37
Figura 3. Estabilización con cemento.....	38
Figura 4. Estabilización de suelo incorporando cal. ....	39
Figura 5. Estabilización con asfalto.....	40
Figura 6. Valvas de molusco.....	41
Figura 7. Suelo arcilloso.....	49
Figura 8. Estructuras atómicas básicas de los minerales de arcilla. ....	50
Figura 9. Láminas formadas por estructuras atómicas básicas. ....	50
Figura 10. Estructura de la caolinita.....	51
Figura 11. Estructura de la illita.....	51
Figura 12. Estructura de montmorillonita.....	52
Figura 13. Manejo de la especie. ....	55
Figura 14. Plantación. ....	57
Figura 15. Carga dinámica.....	60
Figura 16. Límite líquido, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto. ....	72
Figura 17. Conducta del límite líquido al usar ceniza de hoja de eucalipto. ....	72
Figura 18. Límite plástico, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto....	73
Figura 19. Conducta del límite plástico al usar ceniza de hoja de eucalipto. ....	74
Figura 20. Índice plástico, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto....	75
Figura 21. Conducta del índice plástico al usar ceniza de hoja de eucalipto. ....	75
Figura 22. Máxima densidad seca, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto.....	76
Figura 23. Conducta de la máxima densidad seca al usar ceniza de hoja de eucalipto.....	77
Figura 24. Optimo contenido de humedad, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto. ....	78
Figura 25. Conducta del optimo contenido de humedad al usar ceniza de hoja de eucalipto.....	78
Figura 26. Valor de CBR, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto....	79
Figura 27. Conducta del valor de CBR al usar ceniza de hoja de eucalipto.....	80

Figura 28. Calidad de drenaje, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto.....	81
Figura 29. Conducta de la calidad de drenaje al usar ceniza de hoja de eucalipto.....	82

## INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1: Ensayo de análisis granulométrico, separación de material por tamaño de partículas método de tamizado, según referencia de la norma MTC E 107.....	146
Fotografía N° 2: Ensayo de análisis granulométrico, separación de material por tamaño de partículas método de tamizado, según referencia de la norma MTC E 107.....	146
Fotografía N° 3: Ensayo para determinar el contenido humedad del suelo, según referencia de la norma MTC E 108.....	147
Fotografía N° 4: Ensayo del material más fino que pasa por el tamiz N°200, según referencia de la norma MTC E 202.....	147
Fotografía N° 5: Ensayo de Limite Líquido convencional, según referencia de la norma MTC E 110. ....	148
Fotografía N° 6: Ensayo de Limite Líquido con adición de 5% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 110.....	148
Fotografía N° 7: Ensayo de Limite Líquido con adición de 10% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 110.....	149
Fotografía N° 8: Ensayo de Limite Líquido con adición de 15% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 110.....	149
Fotografía N° 9: Ensayo de Limite Plástico convencional, según referencia de la norma MTC E 111. ....	150
Fotografía N° 10: Ensayo de Limite Plástico adición de 5% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 111. ....	150
Fotografía N° 11: Ensayo de Limite Plástico adición de 10% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 111. ....	151
Fotografía N° 12: Ensayo de Limite Plástico adición de 15% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 111. ....	151
Fotografía N° 13: Homogenización del material convencional dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, según referencia de la norma MTC E 115. ....	152
Fotografía N° 14: Apisonamiento del material convencional dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, según referencia de la norma MTC E 115. ....	152

Fotografía N° 15: Apisonamiento del material con adiconamiento de 5% de cenizas de hoja de eucalipto dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, según referencia de la norma MTC E 115. ....	153
Fotografía N° 16: Apisonamiento del material con adiconamiento de 10% de cenizas de hoja de eucalipto dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, según referencia de la norma MTC E 115. ....	153
Fotografía N° 17: Apisonamiento del material con adiconamiento de 15% de cenizas de hoja de eucalipto dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, según referencia de la norma MTC E 115. ....	154
Fotografía N° 18: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, en el segundo molde por 25 golpes y en el tercer molde 12 golpes, según referencia de la norma MTC E 132. ....	154
Fotografía N° 19: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, en el segundo molde por 25 golpes y en el tercer molde 12 golpes con 5% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 132. ....	155
Fotografía N° 20: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, en el segundo molde por 25 golpes y en el tercer molde 12 golpes con adición 10% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 132. ....	155
Fotografía N° 21: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, en el segundo molde por 25 golpes y en el tercer molde 12 golpes con adición 15% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 132. ....	156
Fotografía N° 22: Análisis de PH del suelo convencional, según referencia de la norma MTC E 129. ....	156
Fotografía N° 23: Análisis del ensayo de preparación de PH del suelo con adición de 5% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 129. ....	157
Fotografía N° 24: Análisis del ensayo de preparación de PH del suelo con adición de 10% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 129. ....	157



Fotografía N° 25: Análisis del ensayo de preparación de PH del suelo con adición de 15% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 129.....	158
Fotografía N° 26: Sumergido de los moldes por 96 horas siendo medido la expansión cada 24 horas convencional, según referencia de la norma MTC E 132.....	158
Fotografía N° 27: Sumergido de los moldes por 96 horas siendo medido la expansión cada 24 horas con adición de 5%, 10% y 15% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 132.....	159
Fotografía N° 28: Ensayo para la determinación de un índice de resistencia del suelo, Lectura de penetración en el dial, 0.025 plg a 0.500 plg convencional, según referencia de la norma MTC E 132.....	159
Fotografía N° 29: Ensayo para la determinación de un índice de resistencia del suelo, registro de penetración en el dial, 0.025 plg a 0.500 plg con adición de 5% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 132.....	160
Fotografía N° 30: Ensayo para la determinación de un índice de resistencia del suelo, registro de penetración en el dial, 0.025 plg a 0.500 plg con adición de 15% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 132.....	160

## RESUMEN

En la presente tesis se ha planteado como problema general: ¿Cuáles son los efectos en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo?, siendo el objetivo general: Determinar los efectos en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo. Y como hipótesis general: Los efectos en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante serán aceptables según el manual de carreteras de bajo volumen de tránsito. El método de la investigación es científico, de tipo de investigación aplicado, de nivel explicativa. Los resultados obtenidos describen donde el IP se reduce en un -12.56% al 10% de ceniza y se reduce en un 18.68% al 15% de ceniza (en relación con el suelo patrón, IP=10.49%). La MDS varía en -4.60% al 10% de ceniza y de -5.53% al 15% de ceniza (en relación al suelo patrón, MDS= 2.153 gr/cm<sup>3</sup>), el valor de CBR, varía en +470.91% al 10% de ceniza y de +647.27% al 15% de ceniza (en relación al suelo patrón, CBR= 5.50%, subrasante insuficiente). Y finalmente se concluye los efectos producidos por la incorporación de ceniza de hoja de eucalipto en la estabilidad de tierras arcillosas para su mejoramiento como subrasante en el distrito de Pilcomayo son favorables, teniendo resultados sobresalientes al 10% de ceniza.

**PALABRAS CLAVES:** Ceniza, hoja de eucalipto, estabilización, suelos arcillosos.

## ABSTRACT

In this thesis, the general problem has been raised: What are the effects on the stabilization of clayey soils incorporating eucalyptus leaf ash for the improvement of subgrade in the district of Pilcomayo?, being the general objective: Determine the effects on the stabilization of clayey soils incorporating eucalyptus leaf ash for subgrade improvement in the district of Pilcomayo. And as a general hypothesis: The effects on the stabilization of clayey soils incorporating eucalyptus leaf ash to improve the subgrade will be acceptable according to the manual for low volume traffic roads. The research method is scientific, applied research type, explanatory level. The results obtained describe where the IP is reduced by -12.56% at 10% ash and is reduced by 18.68% at 15% ash (in relation to the standard soil, IP=10.49%). The MDS varies by -4.60% at 10% ash and from -5.53% to 15% ash (in relation to the standard soil, MDS= 2.153 gr/cm<sup>3</sup>), the CBR value varies by +470.91% at 10% of ash and from +647.27% to 15% of ash (in relation to the standard soil, CBR= 5.50%, insufficient subgrade). And finally it is concluded that the effects produced by the incorporation of eucalyptus leaf ash in the stability of clay soils for its improvement as a subgrade in the district of Pilcomayo are favorable, having outstanding results at 10% ash.

**KEY WORDS:** Ash, eucalyptus leaf, verification, clay soils.

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: “Estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo”, nace de la problemática ¿cuáles son los efectos en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo?, ya que busca la solución del problema en el desarrollo de teorías en las que están relacionadas con las variables estabilización de suelos arcillosos y ceniza de hoja de eucalipto, de tal forma es de suma consideración aprender las propiedades del piso para las edificaciones, este estudio es fundamental para la formulación de criterio que le admitan establecer la capacidad de un fijo tipo de piso, además es el motivo por lo que se investigan procesos modernos que busque perfeccionar los problemas, es por ello que uno de los procesos que se emplea es la estabilidad de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto en el cual se doblega así mismo al cierto procedimiento para explotar el máximo de sus condiciones, alcanzando que el piso esté apto de resistir mucho mejor las circunstancias de peso.

El objetivo de esta investigación es determinar los efectos en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo, con lo cual se obtuvo los siguientes resultados: Donde el Índice de plasticidad se reduce en un -12.56% al 10% de ceniza y se reduce en un 18.68% al 15% de ceniza, por lo que la Máxima densidad seca varia en -4.60% al 10% de ceniza y de -5.53% al 15% de ceniza, el valor de CBR, varia en +470.91% al 10% de ceniza y de +647.27% al 15% de ceniza. Y finalmente se llegó a la conclusión de que los efectos producidos por la incorporación de ceniza de hoja de eucalipto en la estabilidad de pisos arcillosos para su mejoramiento como subrasante en el distrito de Pilcomayo son favorables, teniendo resultados sobresalientes al 10% de ceniza.

La investigación es de significación, debido a que a través del estudio de la proposición con ceniza de hoja de eucalipto se logrará certificar la calidad estructural y funcional de la calle no pavimentada en el Jr. Alonso Ugarte en un área de incidencia de 150 m<sup>2</sup>, distrito Pilcomayo, provincia Huancayo y departamento de Junín.

La indagación para su mejor entendimiento consigna de cinco capítulos, probados y divididos de la siguiente forma:

**EL CAPÍTULO I.-** Se precisa la formulación del problema, el problema general, los problemas específicos, el objetivo general, los objetivos específicos de la investigación, la justificación de la investigación y las limitaciones de la investigación.

**EL CAPÍTULO II.-** Se expone los antecedentes nacionales, internacionales de la investigación, las bases teóricas, el marco teórico, las definiciones conceptuales, formulación de hipótesis general y específica.

**EL CAPÍTULO III.-** Se especifica la metodología realizada de la indagación, las variables dependiente e independiente, el método, el tipo, el diseño de la investigación, la población, la muestra y la operacionalización de variables.

**EL CAPÍTULO IV.-** Nos muestra el incremento de los resultados la cual se procede los resultados logrados en el laboratorio y su desarrollo de cálculo para su estudio específico.

**EL CAPÍTULO V.-** Se expone la discusión de resultados.

Bach. Gala Chumbes, Yerzon Jan Carlos.

Bach. Huamán Cuyutupac, Laura Cecilia.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel internacional en varios países se presenta el problema de los suelos arcillosos, por lo que estos afectan a los automóviles y a las personas que se desplazan por rutas compuestas por el material, a causa de la escasa capacidad que porta y muestran, en las naciones como Venezuela, entre otros, varias de sus pistas se encuentran por encima de suelos arcillosos, por lo que se observan imperfecciones como resquebrajaduras, desmoronamiento y resbalamiento; por lo que ocasiona costas en la reparación y mantenimiento, por lo que como posible solución es que incorporando la ceniza de hoja de eucalipto mejora la subrasante. (Vilcas de la Cruz, 2022)

se ha mencionado al suelo, de tal manera sobre la calidad del mismo y su evaluación para obtener un buen mejoramiento en la subrasante para la pavimentación, por lo que se nombra que la superficie terrestre es el análisis de las diligencias proporcionados a estabilidades químicas esto se inició a asentar por los tiempos 1930 y 1940; los primeros en asentarse en la utilización de ceniza en pavimentación se dio en el transcurso del año 1938, distrito de Santiago de Chicago, en los Estados Unidos, en el cual se empleó un 20% a 50% de cenizas volantes a manera de reemplazo del cemento de pavimento para una ruta alrededor de media milla de un camino local. (Terrones Cruz, 2018)

A nivel nacional en el Perú, existe una amplia multitud de tierras uno de estos son los arcillosos que en tiempos naturales son poco confiables para la

utilización en la edificación, es por eso que el reglamento peruano plantea optimizar un suelo utilizando diferentes métodos, entre ellos está la estabilización de suelos, lo cual se precisa como la mejora de las propiedades físicas de una superficie mediante la metodología mecánica e integración de insumos naturales, químicos o sintetizados. En los desarrollos de estabilidad se requiere incrementar el contenido de sostén y perfeccionar el proceder del suelo frente al movimiento del agua. La estabilidad de suelos con añadidura de ceniza de hoja de eucalipto brinda una opción en precios inferiores a las metodologías habituales. (Terrones Cruz, 2018)

A nivel local existen análisis donde se emplean distintos estabilizantes de los suelos, para la edificación de los pavimentos y fijos, es necesario contar con suelos con una inapropiada subrasante, cuyo CBR sea inferior al 6%, estos requieren ser mejorados o estabilizados, antes de que se cimiente sobre ellos. Depende del suelo y sitio en el que se localice el análisis del suelo de subrasante se emplean diversas características de materiales para ser perfeccionados, en tal caso de cemento, aditivos, enzimas, polímeros, geosintéticos etc. Por lo tanto, alcanzan a perfeccionar las propiedades de las subrasantes halladas originariamente. Indicando los últimos materiales de tarea de indagación explora un reciente componente como la ceniza de hoja de eucalipto que serán empleados en superficies de subrasantes impropias como una elección de resultados dichos aspectos técnicos de la ingeniería civil.

Por lo tanto como un medio sostenible tanto ambientalmente y económicamente el modo de esta adaptación de la ceniza de hoja de eucalipto, como alternativa de solución a los problemas de la subrasante de suelos arcillosos, donde se busca optimizar las propiedades mecánicas y físicas para darle uso en el Jr. Alonso Ugarte en un área de incidencia de 150 m<sup>2</sup> en el Distrito Pilcomayo, provincia de Huancayo, departamento de Junín llegando a mejorar la resistencia mecánica del suelo y la permanencia de tales propiedades en el tiempo, mejorándolo para su trabajo a tracción.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuáles son los efectos en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿De qué manera se altera los Límites de Atterberg en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo?
- b) ¿Cómo varía la máxima densidad seca en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo?
- c) ¿En qué medida varía el CBR en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo?
- d) ¿Cómo cambia la permeabilidad en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo?

## **1.3. Justificación de la investigación**

### **1.3.1. Justificación práctica**

Según Méndez Álvarez (2020), nos menciona que la justificación práctica resuelve un problema o, por lo menos propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo.

La justificación práctica menciona que en una pavimentación presenta suelos arcillosos se detalla dos alternativas de solución en la cual inicialmente es mejorar la tierra, pretende fijar, lo otro es suplir, no obstante, se necesita un considerable importe, así pues en la presente indagación se propone una medida para fijar esta variedad de suelo incorporando la ceniza de hoja de eucalipto para mejorar la resistencia a largo plazo.



### **1.3.2. Justificación científica**

Conforme a (Méndez, 2012) la justificación científica o teórica son aquellas intenciones del análisis por el que se responsabiliza de crear debate académico referente a estudios reales, comparar una teoría, comprobar conclusiones construir gnoseología del entendimiento actual.

La justificación científica estará basada en el libro de ensayo de elementos por ello accederemos a conseguir productos mínimos de función de la subrasante con el propósito de efectuar los tipos de durabilidad y resistencia.

### **1.3.3. Justificación metodológica**

Según Méndez Álvarez (2020), La justificación metodológica se da cuando se realiza un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable. Esto propone buscar nuevos métodos o técnicas para generar conocimientos.

La presente indagación está encaminado a fijar las superficies de subrasante a travez del uso de ceniza de hoja de eucalipto, se pretende ayudar a presagiar la conducta de la subrasante con integración de ceniza de hoja de eucalipto, en correlación a su dosificación y material de modo que accederemos a conseguir fichas que valdrán como una referencia que podrían ser empleados en posteriores edificaciones de vías de intercomunicaciones para que estén más firmes, duraderos y disminuir precio de realización de trabajos viales. Asimismo, es beneficioso debido a que los resultados de los ensayos de laboratorio llegan a conocer las cualidades del suelo, por lo que mejorar y propone una alternativa para lograr su estabilización con cenizas de eucalipto, de modo que se alcance a mejorar el tipo de suelo respetando los requisitos fundamentales para la aplicación como subrasante de pavimentos.

## 1.4. Delimitación de la investigación

### 1.4.1. Espacial

La presente indagación se ejecutará en el Jr. Alonso Ugarte, distrito Pilcomayo, provincia Huancayo y departamento de Junín.

*Ilustración 1: Mapa de Ubicación.*



Fuente: Google Earth.

### 1.4.2. Temporal

La presente investigación se desarrollará entre los meses de junio a setiembre del año 2021.

## 1.5. Limitaciones

No se ha encontrado muchos libros específicos sobre ceniza de hoja de eucalipto a nivel nacional por lo que se recurrió a material de otros países y a algunas tesis realizadas en el país.

## 1.6. Objetivos de la investigación

### 1.6.1. Objetivo general

Determinar los efectos en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- a) Analizar la alteración de los Límites de Atterberg en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo.
- b) Evaluar la variación de la máxima densidad seca en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo.
- c) Determinar la variación del CBR en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo.
- d) Identificar el cambio de la permeabilidad en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Antecedentes nacionales

(Palomino Terán, 2018) muestra la tesis de pregrado **Titulado:** “Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso, con la incorporación del estabilizador maxxseal 100”, el cual fija como **objetivo general:** Evaluar la capacidad portante (CBR) de una tierra arcillosa con integración de 2%,4% y 6% del estabilizador Maxxseal 100, empleando la **metodología:** En el presente trabajo de indagación es explicativo y descriptivo, obteniendo como **resultado:** Los CBR experimentados en el laboratorio, tenemos como terminación que al adicionarse un 7% de cenizas de carbón al suelo de la senda Cascajal de pequeño volumen de transporte lo cual perfecciona su medida de soporte en comparación a la superficie sin añadidura, por ultimo **concluyo:** Señalando que la ceniza de carbón suelen a realzar la medida de soporte en paridad con una superficie sin añadidura puesto que su propiedad cementante que presenta la composición química expresada como óxidos de la ceniza de carbón tanto por ciento de trióxido de aluminio.

(Perez Collantes, 2018) expone la tesis de pregrado **Titulado:** “Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada”, lo cual especifica como **objetivo general:** Evaluar la conducta de la ceniza volante derivada de la incineración del tizón en un medio termo eléctrica, así darle uso como elemento

estabilizante de las superficies arcillosas y su cargo a modo de capa de subrasante de un pavimento, aplicando la **metodología**: A partir un enfoque cuantitativo y un nivel explicativo y con un diseño experimental y tipo de investigación aplicada, adquiriendo como **resultado**: Lo cual arcilla aumenta su resistencia y conducta al ser agregada una magnitud de ceniza volante de 20%, para su aplicación como capa de subrasante renovada de pavimentos de elevado volumen de tráfico o como un pavimento de menor volumen de tránsito, por ultimo **concluyo**: Que el consumo de tal ceniza volante minimiza los problemas de profanación, al disminuir los rellenos sanitarios y vertederos para la ceniza volante, facilitando una conclusión valedero a tal.

(Apolinarez Tovar, 2018) muestra la tesis de pregrado **Titulado**: “Estabilización de la subrasante con la incorporación de ceniza vegetal, Jauja”, el cual fija como **objetivo general**: Establecer las reacciones en la estabilidad de la subrasante al integrar ceniza de planta para la Av. Huancayo, Jauja, aplicando la **metodología**: Donde el presente trabajo de indagación es de método científico, con un tipo de investigación aplicada, un nivel de indagación explicativo y un diseño experimental, obteniendo como **resultado**: Teniendo la muestrario 01, como tipo de superficie de arenilla limosa integrada con grava, que implica una elevada proporción de grava 16.58%, arenilla de 52.28%, fino 31.14%; otro punto es a un margen de resistencia ostenta un margen acuosidad de 37%, término plástico de 25% y una serie de plasticidad de 12%, respecto a la muestrario 02 es un tipo de superficie arenilla limosa, contiene el 82.49% de arenilla 17.51% de finos y 0.00% de grava, y finalmente **concluyo**: Que de ambas muestras el material presenta un elevado porcentaje de arena, por lo que solo realiza que el material sea inconstante para ser usado en la subrasante

(Hoyle Vega, y otros, 2019) presento la tesis de pregrado **Titulado**: “Estabilización del suelo de la trocha carrozable con fibras de raquis de Musa Paradisiaca y cenizas de hojas Eucaliptus de los caseños Canchas a Colcap, Jimbe, Santa, Áncash – 2019”, el cual fija como **objetivo general**: Calcular los elementos químicos de las fibras de

ceniza de hojas de eucalipto y raquis de musa paradisiaca, aplicando la **metodología**: El presente plan fue empleado a partir un orientación cuantitativo, cuyo tipo de indagación es experimental, logrando como **resultado**: Tales componentes tienen un tanto por ciento en grupo de 47.34 %. estando tales componentes cementantes el principal soporte para la estabilidad del suelo, y finalmente **concluyo**: Mencionando sobre las añadiduras de fibras de raquis de musa paradisiaca y ceniza de hojas de eucalipto estabiliza el suelo y el tanto por ciento optimo a utilizar es de 10% en una medida 1:1.

(Hidalgo Ramírez, y otros, 2020) presento la tesis de posgrado **Titulado**: “Análisis de la adición de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar en la subrasante de pavimentos para la estabilización de suelos arcillosos en el departamento de San Martín”, el cual fija como **objetivo general**: Analizar los Efectos de Resistencia al Corte entre los suelos areniscos arcillosos y finos, y la conducta mecánico de las estabilidades de los suelos areniscos arcillosos y finos con cenizas de carbón, con la finalidad de establecer las principales situaciones a fin de su utilización, empleando la **metodología**: Cuantitativa con un tipo de indagación aplicada de nivel explicativo, logrando como **resultado**: La valorización del CBR incrementa para la composición proyecta en 20 unidades de CBR, no obstante, la difusión se nota reducida hasta un 30%, y finalmente **concluyo**: Las propiedades de compresión expusieron una reducción del contenido de humedecimiento excelente y un incremento de la viscosidad seca máxima con el incremento de un tanto por ciento de contenido de bagazo de caña de azúcar y cenizas de cascarilla de arroz a causa del dominio de ello.

### 2.1.2. Antecedentes internacionales

(Castillo Parra, 2018) mostró la tesis de pregrado **Titulado**: “Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con Valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como Subrasantes en Carreteras”, lo cual especifica como **objetivo general**: Afianzar con la aplicación de la cal viva los suelos arcillosos

localizados en el Km 3+000 del movimiento lateral de Macas con valores de CBR inferiores al 5% y términos líquidos superiores al 100%, para emplearlos como subrasantes fijadas en zona de vías de pavimento flexiblemente, aplicando la **metodología**: Cuantitativa con un tipo de indagación aplicada de nivel explicativo con un diseño experimental, logrando como **resultado**: El valor del CBR incrementa de modo estimable al relacionarse dicho suelos con cal, el incremento es aproximadamente de un 15.8% por cada proporción de cal que se aumente, y finalmente **concluyo**: Que la estabilidad a extensa caducidad de la estructura formulada puesto que es un suelo con un mayor capacidad de elemento orgánica, esto ocasiona alguna conducta perjudicial de la estructura en capacidad del periodo.

(Guaman Iler, 2018) mostró la tesis de pregrado **Titulado**: “Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio)”, lo cual especifica como **objetivo general**: Estimar del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio), aplicando la **metodología**: A partir un enfoque cuantitativo con un tipo de investigación aplicada de nivel Explicativo, logrando como **resultado**: Que el suelo fijado con Cloruro de Sodio con un tanto por ciento de 2,5% exteriorizó un aguante superior que con un suelo fijado con Cal con un tanto por ciento del 2,5% y 7,5%, y finalmente **concluyo**: Mencionando sobre la capacidad de humedad natural del suelo es de 172,86% por lo tanto es superior a la capacidad de humedad Excelente del suelo para fijar.

(Pérez Mantilla, 2018) mostro la tesis de pregrado **Titulado**: “Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón”, lo cual especifica como **objetivo general**: Determinar los Efectos de Aguante al Corte entre los suelos areniscos arcillosos y finos, y la conducta mecánica de las estabilidades de los suelos areniscos arcillosos y finos con cenizas de tizón, a fin de establecer las excelentes situaciones para su usanza, aplicando la **metodología**: En el siguiente tarea de

indagación básico y diseño no experimental y explicativo, logrando como **resultado:** Del experimentos CBR en suelos arenosos finos presenta un aumento del 4.6% al combinarlos con el 25% de cenizas de carbón, mejorando el porcentaje de la resistencia que va desde el 15.0% hasta el 19,60%, y finalmente **concluyo:** Mencionando que la adición de las cenizas de carbón influye favorablemente en suelos expansivos como es el caso de la arcilla, formando una masa compacta y aumentando el grado de compactación.

(Perez Collantes, 2018) presento la tesis de posgrado **Titulado:** “Estabilización de suelos cohesivos por medio de arenas volcánicas y cal viva”, el cual fija como **objetivo general:** Realizar de manera precisa y mecánica el estudio de investigación de estabilización de suelos cohesivos con arenas volcánicas y cal viva, empleando la **metodología** Cuantitativa con un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo, obteniendo como **resultado:** Las mezclas propuestas van del 10%, 25% y 50% de arena sobre el material a estabilizar logrando obtener desde un valor de CBR de 52,6% a 91,5%, y finalmente **concluyo:** Que al utilizar cualquiera de las dos arenas tanto la sílice como la azul, ambas consiguen un CBR similar.

(Olaya Bulla, 2018) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Aplicación de agente químico como estabilizador de suelos arcillosos para la construcción de vías”, el cual fija como **objetivo general:** Estudiar la aplicación de cáscara de huevo pulverizado para la estabilización química de suelos arcillosos en la construcción de las vías 4G en el departamento de Antioquia, empleando la **metodología** En el presente trabajo de investigación es descriptivo y explicativo, obteniendo como **resultado:** Que se mostraron que el porcentaje óptimo de mezcla de cal viva-ESP se alcanzó en una relación de 4% de ESP y 3% de cal viva, lo cual sirvió de control, y finalmente **concluyo:** Mencionando que la estabilización del suelo es una técnica dirigida a aumentar o mantener la integridad de la masa de material y química con el objetivo de mejorar sus propiedades de ingeniería.



## 2.2. Marco conceptual

### 2.2.1. Estabilización de suelos

De acuerdo con (Quezada Osoria, 2017) es aquella que se define por ser un tipo de método de construcción que es aplicada para el progreso de las propiedades del suelo o materiales aptos en territorios y tiene como finalidad el mejoramiento de las propiedades trabajabilidad, mecánicas, equilibrio de algunos materiales y mostrar aguante al corte de los suelos tratados. Por otro lado, se tiene en cuenta la estabilidad en la superficie terrestre (suelo), cuando en las restricciones de congestiones y diferentes modificaciones de clima o temperatura, es por ello que en los suelos existen capacidad para resistir las cargas, resistencia sin presentar alteraciones aceptables, ni agotamiento temprano por la aplicación en el cual está llegando a ser subyugado los suelos. Pero, cuando se tienen los suelos que no presenta las características nombradas y que son fundamentales para trabajar adecuadamente con éstos, por lo que se llega a utilizar diferentes posibilidades, entre estas tenemos lo siguiente:

- Mezcla de los suelos.
- Cambio de las propiedades.
- Reemplazo de los suelos.

**Tabla 1.** Criterios para estabilizar un suelo.

Criterios para fijar un suelo
Suelos con CBR menor del 6% que será aplicado para capas de la sub rasante.
Sub rasantes limosas o arcillosas, que al tocamiento con el agua infectan el pavimento.
Sub rasantes estén más abajo del ras de napa freática.
En áreas que estén encima de los 4000 msnm, en el que la congelación incide conforme al precipicio de la napa freática y la susceptibilidad de la superficie terrestre a la congelación.

---

Calcular el tipo de suelo presente como las arcillas, limos, entre otros.

---

**Fuente:** Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos 2013. Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

### **2.2.1.1. Tipos de estabilización**

La estabilidad de un territorio se llega a desarrollar de un modo físico, químico i mecánico. Es por ello que para elegir el tipo de estabilización es la adecuada, en primer lugar, es fundamental calcular el tipo de suelo presente, llegando a lo más común que llegan a ser fijados los suelos arcillosos, limosos, las areniscas limosas y las areniscas arcillosas y también se toma en consideración la aplicación que se le va a brindar a la superficie terrestre que se quiera fijar, a continuación, el autor (Quezada Osoria, 2017) lo clasifica en:

#### **a) Estabilización física**

Es aquel tipo de estabilización que se aplica para el mejoramiento de las propiedades de un suelo realizando diferentes modificaciones físicas en el mismo, es por ello que otros de los tipos de estabilidad física son combinaciones de superficie terrestre (suelo), geotextiles, vibroflotación y afianzamiento precedente, por lo que se considera una estabilidad físico-mecánico siempre que se realiza una mejora de una superficie a través de la incorporación de otra superficie que se origina de una parte selecta. (pág. 11)

#### **b) Estabilización mecánica**

De acuerdo con (Quezada Osoria, 2017) menciona lo siguiente:

##### **▪ Estabilización por compactación**

Es aquella que presenta o tiene como fin el mejoramiento de la superficie terrestre sobre el que se va ejecutar, sin modificar su estructura, tampoco su composición de inicio, es por ello que para esto se aplica el método de la compresión, técnica con la que se disminuye la magnitud

de los espacios existentes en la superficie terrestre llegando hasta a una máxima densidad y una excelente división de las fuerzas que reaccionan por la superficie terrestre para así lograr obtener un máximo equilibrio, no ocasionando algunos establecimientos. Tales tipos de estabilidad es el más aplicado debido a que este se desarrolla en in situ, utilizando equipos y maquinaria que transfieren a la superficie terrestre mediante el impacto o vibraciones, presión, amasado. (págs. 11-12)

**Figura 1.** Estabilización por compactación aplicando rodillo “pata de cabra”.



**Fuente:** “Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación” – Quezada Osoria, Santiago Ernesto – 2017.

- **Estabilización por cambio de granulometría**

La estabilidad por sustitución de granulometría se refiere al mejoramiento de la superficie terrestre mediante la realización del mezclando con alguno o diferentes elementos que presenten propiedades adicionales a esta con el fin de conseguir un elemento de la excelente disposición con relación a la granulometría y plasticidad y que considere a los requerimientos recomendados. Algunas de las características que se solicitan perfeccionar con tal tipo de estabilidad como es la

granulometría y plasticidad, la inicial daña a la suspicacia del elemento al agua y su amplitud drenante, y lo suplente perjudicara su trabajabilidad, capacidad y resistencia. (pág. 12)

Otra de las excelencias de la estabilidad mecánica es que logra tener en cuenta la in situ, como también en un medio del estudio de superficies; tales procesos que tenemos a continuación:

- Pulverización de la superficie terrestre, si es el proceso en el que se desarrolla en in situ, o pulverización única por lo que se desarrolla en un medio de proceso de superficies.
- Combina uniforme de los elementos, por lo que se utiliza un escalón de discos si se desarrolla en obra y se aplica embudos para la dosificación si es que es desarrollada en un medio de proceso de superficies.
- Amplitud y ras de la combinación.
- Compactación y Humectación de lo propio logrando llega a obtener la densidad menor en la obra, en lo general es el 95% o 100% del Proctor rectificado. (pág. 12)

▪ **Estabilización con geosintéticos**

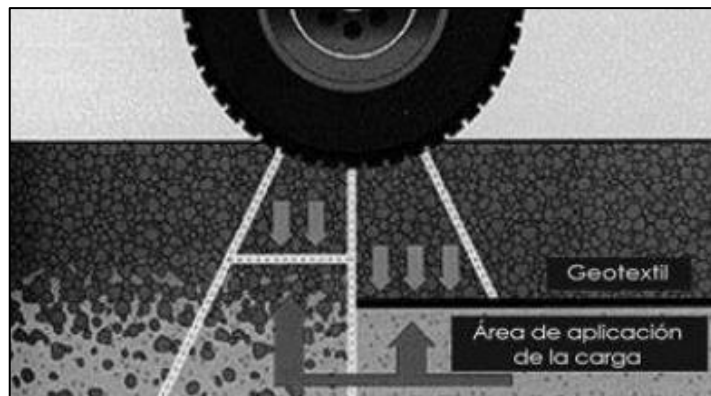
Es aquel suelo que contiene un geosintético de ayuda en lo que considera aumentar la amplitud portante del elemento que presenta a la estructura de un pavimento, en pocas palabras menciona que habrá una mejora de las características mecánicas de algunos elementos, tales ocasionan un acrecentamiento del tiempo de utilización del pavimento. De tal modo que en el mejoramiento algunas especificaciones mecánicas de la estructura del pavimento se logra presentar un acrecentamiento de la circulación de croquis, por ello se

determina con la cuantía de ejes semejantes que circularan en el tiempo de maniobra de la vereda. (pág. 13)

Ventajas de la aplicación de un geosintético hecho de materiales poliméricos:

- Aumento de la amplitud portante.
- Mejora de las características mecánicas de los elementos que presentan la estructura del pavimento.
- Aumento del tiempo apropiado de la ruta.
- Incremento de los ejes semejantes del croquis de la ruta.

**Figura 2.** Diagrama de separación de capas granulares y subrasante con geotextil.



Fuente: Manual de diseño con geosintéticos, Geosoft Pavco, Novena Edición.

### c) Estabilización química

#### ▪ Estabilización con cemento

Tiene como propósito de fijar la superficie terrestre con agua y cemento, se tiene que modificar la superficie principal por otro más concreto tiene que ser demasiado fuerte. Es por ello que se solicita una excelente compresión y un correcto cuidado. El volumen excelente de agua que se calcula con la prueba Proctor tales como compresión de superficies. Las tierras más correctas para el establecimiento con cemento son aquellas tierras

granulados tipos A-A, A-2 y A-3 del método de distribución AASHTO. (pág. 13)

**Figura 3.** Estabilización con cemento.



**Fuente:** “Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación” – Quezada Osoria, Santiago Ernesto – 2017.

#### ▪ Estabilización con cal

Es aquel tipo de estabilización en la que se desarrolla la mezcla en la superficie adicionado con cal viva o cal anhidra, llegan a obtener resultados totalmente fundamentales tal es el de modificar la flexibilidad de la superficie, entre estas tenemos al índice de plasticidad menor de 15, por lo que aumenta tanto el límite líquido de tal manera con el límite flexible y prestamente su relación de flexibilidad y para las superficies con índice de plasticidad mayor a 15 por lo que reduce su índice de plasticidad. Otro efecto es acrecentar la óptima humedad de compactación de la superficie terrestre, por lo que considera la densificación de superficies de alto humedecimiento natural. Algunas de las superficies más adecuados para fijar incrementado con cal son de granulometría delgado, por tanto llegan a ser mucho más granulares y disgregables al incrementar su humedad excelente y límite plástico de compresión considera que tal obra es desarrolle sin dificultad. (pág. 14)

**Figura 4.** Estabilización de suelo incorporando cal.



**Fuente:** “Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación” – Quezada Osoria, Santiago Ernesto – 2017.

- **Estabilización con asfalto**

La estabilidad con asfalto se llega a fijar una superficie aplicando materiales asfálticos con el fin de incrementar el equilibrio así llegar a una impermeabilización de la superficie terrestre de tal modo que no sea muy sensible a las alteraciones de humedad. En los suelos que se caracterizan por ser no plásticos o también conocidos como areniscos se fija con asfalto así realizar una operación vinculada que unido al rozamiento de la superficie terrestre no se ocasione alteraciones de la capa reformada que es bajo la operación de la circulación. En las superficies arenosos, se llega a que el estabilizador no pueda pasar la superficie y lo cuide a la operación del agua. En lo común todas las superficies presentan un excelente resultado a la estabilidad con asfalto y estas son las gravas y arenas areniscas estos presentan mejoramiento en las respuestas que se presenten. (pág. 15)

**Figura 5. Estabilización con asfalto.**



**Fuente:** “Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación” – Quezada Osoria, Santiago Ernesto – 2017.

**d) Estabilización de suelos con materiales no convencionales**

(Quezada Osoria, 2017) menciona algunos de los materiales se han desarrollado los estudios para verificar la causa de su aplicación son áridos no convencionales, que son los mercancías agrarias, industriales e marinos, por lo que se presenta a continuación:

- Productos agrícolas.
- Productos marinos.
- Productos industriales.

▪ **Estabilización de suelos con productos marinos**

Es aquella donde presenta como objetivo el de establecer excelentes ideas para el mejoramiento del suelo de subrasante utilizando algunos productos marinos como los moluscos, principalmente las valvas. Se comprueba que los residuos de conchas chancadas sin abrasar logran reaccionar como áridos gruesos para estabilizar suelos, ocasionando un cambio de su granulometría y una reducción de la plasticidad, aumentando un cambio de su granulometría y reducción de plasticidad, aumentando de



la misma manera la capacidad de resistencia de la superficie terrestre en división a la cuantía de concha chancada de la combinación. (pág. 16)

- **Estabilización de suelos con concha pico de pato y concha de abanico**

Algunas de las conchas navajuelas o pico de pato y las conchas de abanico tales se detallan por ser mercancías que se sacan en mayor porción en la costera peruana, principalmente por el parte norte. Por ello, en nuestra zona, en la provincia de Sechura se sacan los moluscos, para que se encuentren en proceso y distribuidos. Las dos variedades son moluscos purificados de dos conchas, en la cual su composición es básica y compuesta de carbonato de calcio. Se llega a ver en la siguiente imagen donde las conchas presentan texturas completamente diferentes, al igual que en sus dimensiones, con su textura de su costra, dureza y grosor. Lo que estas propiedades lograrían tener granulometrías distintas inclusive aplicando la misma técnica de molturación. (págs. 16 - 17)

**Figura 6.** *Valvas de molusco.*



**Fuente:** “Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación” – Quezada Osoria, Santiago Ernesto – 2017.

### 2.2.1.2. Propiedades principales

Como señala (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013) nombra a continuación las propiedades principales y estas son:

#### a) Granulometría

Es aquel que se caracteriza por el reparto de las dimensiones que se considera en el árido a través del tamizado de acuerdo a los parámetros técnicos, en la cual se llega a evaluar con máxima o mínima aproximación, por lo que las demás características se logran atraer. El análisis granulométrico de la superficie terrestre tiene como finalidad calcular la división de los distintos elementos constitutivos, clasificados en relación a su dimensión. (pág. 36)

**Tabla 2.** Clases de suelos de acuerdo a la dimensión de la partícula.

Tipo de material		Dimensión de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm.
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm.
		Arena media: 2.00 mm – 0.425 mm.
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm.
Material fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm.
	Arcilla	No mayor a 0.005 mm.

Fuente: MTC-2013.

#### b) Plasticidad

Es aquella pertenencia en la que se caracteriza por su estabilidad en la que es importante las superficies logrando un adecuado término de humedad sin dispersarse debido a la flexibilidad de la superficie terrestre en la que no requiere de componentes voluminosos que se encuentran ahí, tan

solo de los componentes delgados, es por ello por lo que el estudio granulométrico no llega a estimar tal propiedad por ende es fundamental calcular los términos de Atterberg. Los términos de Atterberg son aquellas que consideran cuando es perceptible el actuar de la superficie con respecto a su capacidad de humedad, definiendo los términos respectivos a la triple fases de resistencia de acuerdo con su humedad según a lo que se logra tener un suelo; el límite líquido, el límite plástico y el límite de contracción. El índice de plasticidad señala la medida del intervalo de humedades en el cual la superficie terrestre presenta la estabilidad moldeable y considera catalogar una superficie. Un IP pertenece a una superficie demasiado arenoso. (págs. 36-37)

**Tabla 3.** Clases de suelos de acuerdo a su Índice de Plasticidad.

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Detalles
IP mayor a 20	Alta	Suelos muy arcillosos.
IP menor o igual a 20 IP mayor a 7	Media	Suelos arcillosos.
IP menor a 7	Baja	Suelos pocos arcillosos plasticidad.
IP igual a 0	NP	Suelos libres de arcilla-.

Fuente: MTC-2013.

### c) Equivalente de arena

Son aquellas partes referentes de la capacidad de polvareda delgada o elemento arcillosos en las superficies o áridos selectos, por ende, este ensayo responde semejantes a lo logrado a través de las resoluciones de los Términos de

Atterberg, aun cuando fuera menor exactitud. Presenta como predominio el de encontrarse veloz también sin dificultad de calcular. (pág. 37)

**Tabla 4.** Clases de suelos de acuerdo al equivalente de arena.

Equivalente de arena	Característica
Si EA es mayor a 40.	El suelo no es plástico, es arena.
Si 40 es mayor al EA y esta es mayor a 20.	El suelo es poco plástico y no heladizo.
Si EA es menor a 20.	El suelo es plástico y arcilloso.

Fuente: MTC-2013.

#### d) Índice de grupo

Son aquellos que están normalizados por AASHTO de utilización normal hacia la clasificación de superficies por lo que trata en gran parte en los Limites de Atterberg. El índice de grupo del suelo se define a través de la siguiente ecuación:

**Ecuación 1.** Índice de grupo.

$$IG = 0.2 (a) + 0.005 (ac) + 0.01(bd) \dots (2)$$

Para:

- b= F-15.
- a= F-35 donde F es igual al porcentaje que pasa por el tamiz N° 200 – 74 micras.
- D= IP-10, donde IP es índice de plasticidad.
- c= LL-40, donde LL es igual al límite líquido.

El índice de grupo es aquel resultado positivo que se encuentra en relación de 0 a 20. Cuando el IG es hallado y

es negativo, se considera 0. EL índice 0 explica que es un suelo muy bueno y el índice es mayor o igual a 20 por lo que es un suelo no aplicable para caminos. (pág. 38)

**Tabla 5.** Clases de suelos de acuerdo al índice de Grupo.

Índice de grupo	Suelo de subrasante
IG mayor a 9	Muy pobre.
IG se encuentra entre 4 a 9.	Pobre.
IG se encuentra entre 2 a 4.	Regular.
IG se encuentra entre 1 a 2.	Bueno.
IG se encuentra entre 0 a 1.	Muy bueno.

Fuente: MTC-2013.

#### e) Humedad natural

Es aquella propiedad fundamental de los suelos por lo que tiene humedad natural, llegando a que el aguante de las superficies de subrasante, en principal de los delgados por lo que se tiene rectamente relacionada con las circunstancias densidad y humedad de los suelos que presentan. La resolución de la humedad natural considerará relacionar con la humedad excelente que se presentará en las pruebas Proctor para determinar el CBR de la superficie. Si la humedad natural surge igual o menor a la humedad excelente, en la que el creador planteará la compresión de la superficie terrestre y el apoyo de la cantidad adecuada de agua. Si la humedad natural pasa de la humedad óptima y de acuerdo a la saturación de la superficie terrestre se planificará incrementar la fuerza de compresión, ventilar la superficie terrestre o suplir el elemento repleto. (págs. 38-39)

## f) Clasificación de los suelos

Obteniendo las propiedades del suelo, de acuerdo a los capítulos anteriores, se logra evaluar con exactitud la conducta de las superficies, principalmente con el saber de la granulometría, flexibilidad y relación de conjunto y después separar las superficies. La categorización de las superficies se determinará con el método detallando en la tabla, por lo que la clasificación llega a pronosticar el comportamiento de los suelos, por lo que colaborará a delimitar los sectores semejantes desde un punto de vista geotécnico. (pág. 39)

**Tabla 6.** Correlación de las clases de suelos ASHTO – SUCS.

Clases de suelos AASHTO	Clases de suelos SUCS
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, CP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: US Army Corps of Engineers.

## g) CBR

Se desarrollará una forma estratigráfica frente a cada tramo semejante o tramo en preparación, a partir de ello se calculará la programación de experimentos así considerar el

CBR tal es aquel beneficio de aguante de la superficie. (pág. 39)

**Tabla 7. Categorías de subrasante.**

Categorías de subrasante	CBR
So: Subrasante inadecuada.	CBR menor al 3%.
S1: Subrasante pobre.	CBR mayor e igual al 3% a CBR menor al 6%.
S2: Subrasante regular.	CBR mayor e igual al 6% a CBR menor al 10%.
S3: Subrasante buena.	CBR mayor al 10% a CBR menor al 20%.
S4: Subrasante muy buena.	CBR mayor e igual al 20% a CBR menor al 30%.
S5: Subrasante excelente.	CBR mayor e igual al 30%.

**Fuente:** Elaboración propia.

## **2.2.2. Estabilización de suelos arcillosos**

### **2.2.2.1. Suelos arcillosos**

Según (Mamani Barriga, y otros, 2017) los suelos arcillosos se caracterizan debido a que se presenta áreas de elevada precipitación, teniendo defectos en el drenaje, esta superficie terrestre se detalla por su elevada capacidad de agua y su poco aguante in situ. Algunos de las superficies arenosos ensayan alteraciones de humedad que procuran a existir alteraciones de capacidad. La estructura de la superficie arcillosos por algunos inorgánicos eficaces así que la montmorillonita en extensas divisiones y en bajas divisiones o incapaz es la vermiculita y clorita. Algunos de estos minerales no se presentan eficientes como son las illitas y caolinitas, tales, logran favorecer a las

características extensas de las superficies terrestres cuando presenten cantidades considerables. Se presentan las características físicas que intervienen a la alteración volumétrica y presentan repercusión al igual que en el sitio como en el laboratorio. Su porosidad y humedad llegan a alterarse debido al aumento e la saturación, por lo que un suelo arcilloso llega a pasar del estado sólido al líquido, llegando a que el aumento del agua en el interior ocasiona una reducción total de las fuerzas de cohesión presentando una fluidez de sus partículas. Algunos de los suelos arcillosos presentan una cohesión elevada.

**Tabla 8.** Índice de plasticidad de la arcilla. Norma ASTM D4318 – 84.

Índice de Plasticidad	Característica
IP mayor a 20	Suelos demasiados arcillosos.
20 mayor al IP mayor a 10	Suelos arcillosos.
10 mayor al IP mayor a 4	Suelos bajos arcillosos.
IP igual a cero	Suelos libres de arcilla.

**Fuente:** Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Manual de Ensayo de Materiales.

**Tabla 9.** Clasificación de suelos de acuerdo a la dimensión de partículas.

Tipo de material	Dimensión de partículas
Grava	75 mm – 2 mm
Arena	Arena gruesa: 2 mm – 0.2 mm
	Arena fina: 0.2 mm – 0.005 mm
Limo	0.005 mm – 0.0005 mm



---

Arcilla

No más de 0.005 mm

---

**Fuente:** Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Manual de Ensayo de Materiales.

**Figura 7.** Suelo arcilloso.



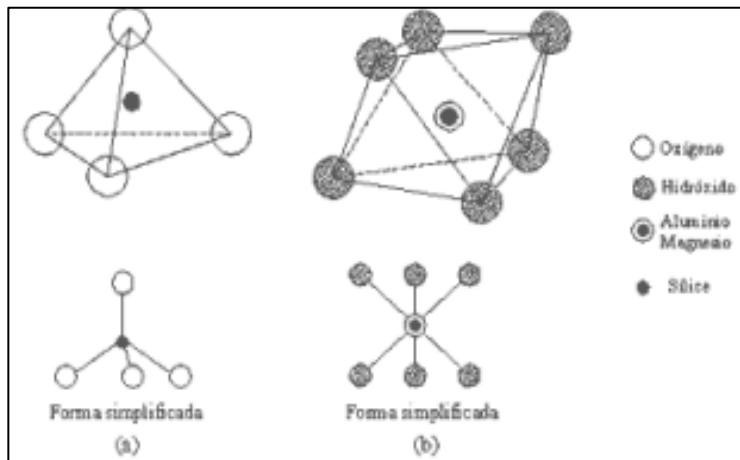
**Fuente:** “Estabilización de suelos arcillosos para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la Ciudad de Abancay” – López Sumarriva, José Johel y Ortiz Pinares, Grely– 2018.

#### **2.2.2.2. Estructura de las arcillas**

Los elementos químicos fundamentales constitutivos de los minerales son átomos de: Silicio, aluminio, hierro, magnesio, hidrógeno y oxígeno. Algunos de los componentes radioactivos se mezclan realizando estructuras radioactivas elementales, que, mezclándose entre ellos, se realizan planchas, por ello al juntarse crean estructuras comprimidas que en conclusión al juntarse a través de una conexión realizan un sólido de arcilla. Se detalla los componentes estructurales elementales de los sólidos de arcilla tales son: El componente tetraédica compuesta por un ión medio de magnesio o aluminio sitiado por seis iones. En ambas situaciones el metal con valencia efectiva está ubicado en el interno, en tanto los iones no resistentes con valencia negación establecen el externo. Algunas de las estructuras comprimidas se realizan cada vez que muchas unidades radioactivas elementales se unen covalentemente a

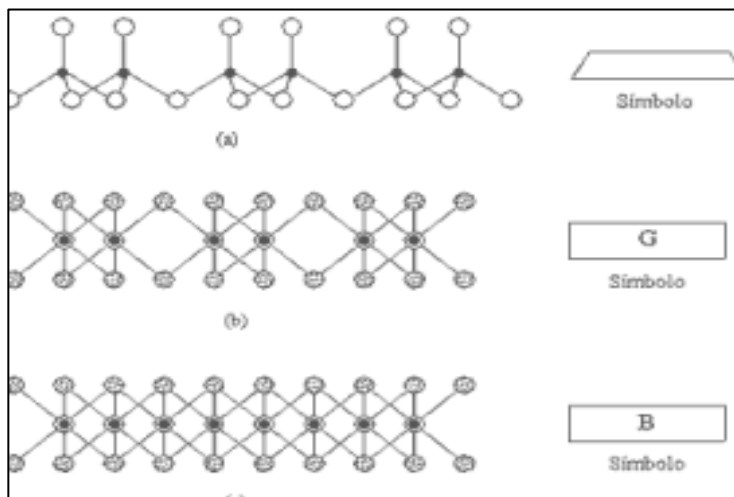
través de los iones de oxidrilo y oxígeno. (Mamani Barriga, y otros, 2017)

**Figura 8.** Estructuras atómicas básicas de los minerales de arcilla.



Fuente: Whitlow, R. (1994).

**Figura 9.** Láminas formadas por estructuras atómicas básicas.



Fuente: Whitlow, R. (1994).

Según las investigaciones de los autores (Mamani Barriga, y otros, 2017) mencionan a continuación:

**a) Grupo de la caolinita**

La caolinita es aquel integrante de las arcillas y caolín y para loza. Las caolinitas se definen por ser aquellos productos del debilitamiento del feldespato ortoclasa que nacen del granito y en lo común se hallan en las superficies terrestres que se encuentran compuesto por sedimentación. La caolinita se detalla en hojas hexagonales de dimensión pequeña, por lo

que su estructura se refiere en una división de dos planchas de gibsita y sílice. (pág. 34)

**Figura 10.** Estructura de la caolinita.

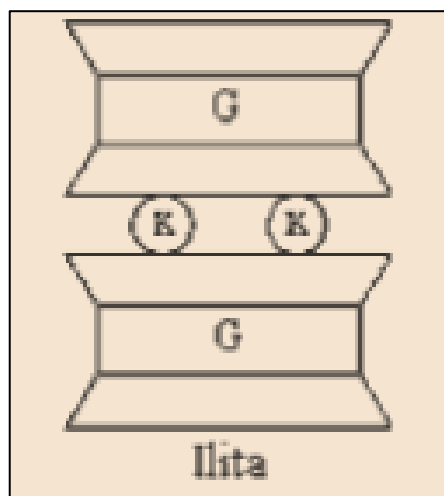


Fuente: Mecánica de los suelos, Duque y Escobar, 2002.

#### b) Grupo de la illita

La illita es aquel resultado de meteorización en las micas, semejante en varios aspectos de la mica blanca, sin embargo, se presenta bajo potasio y demasiada agua en su disposición. Toma en consideración la textura de las hojas y su estructura tiene acuerdos de tres planchas de gibsita con los iones de K ocasionando el vínculo entre planchas adyacentes de sílice. (pág. 34)

**Figura 11.** Estructura de la illita.

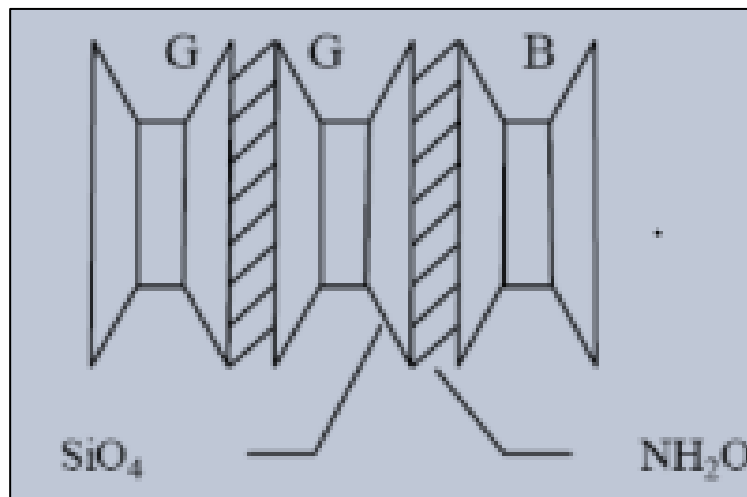


Fuente: Mecánica de los suelos, Duque y Escobar, 2002.

### c) Grupo de la montmorillonita

La montmorillonita es aquella que está compuesta principalmente por la bentonita y diferentes diversidades de caolín. Las montmorillonitas son el efecto de la erosión del feldespato plagiocasa en los almacenes de resto volcánica. Es por ello que su estructural principal trata de las proporciones de tres planchas, cuya plancha octaedro intercede aproximadamente constante gibsita o en otra situación brucita. (pág. 34)

**Figura 12.** Estructura de montmorillonita.



Fuente: Mecánica de los suelos, Duque y Escobar, 2002.

### d) Grupo de la vermiculita

Es aquel conjunto que presenta manufactura de la erosión de la clorita y la biotita, por lo que la estructura de la vermiculita es semejante a la montmorillonita, no considerando los iones que dividen los vínculos entre las planchas que las que sobresalen son el Mg, junto por algunas moléculas de agua. (págs. 34 - 35)

#### 2.2.3. Ceniza de hoja de eucalipto

De acuerdo con las investigaciones de (Zambrano, 2019) menciona lo siguiente:

**a) Según su descripción taxonómica se tiene a continuación:**

- Nombre científico: *Eucalyptus globulus labill*
- Nombre común: Eucalipto.
- Nombres comunes relacionados: Gomero Azul. (pág. 1)
- Familia: Myrtaceae

**b) Según su caracterización botánica se presenta lo siguiente:**

- Tallo

Se caracteriza por ser recto, grueso, cilíndrico que llega al 2m de DAP.

- Copa

Se detalla por ser alargada y no ser regular sobre un palo limpio de troncos hasta en 2/3 de su elevación general.

- Capa

Es de una medida de 3 cm de espesor que se difunde en flejes que al sazonar deja una envoltura llana llegando dar la floresta grandes aspectos en algunos momentos expela gomorresina. (pág. 1)

**c) Algunos de los caracteres botánicos son:**

- Hojuelas núbiles contrarias

Son botánicas que presenta una base cordada de color gris-azulado de 8 hasta 15 cm de largo y 4 a 8 cm de amplitud, por lo que las mayores alternas presentan una base cuneada

- Flores

Son axilares, solitarias o son de grupo de 2 a 3 llegando a 3 cm de línea con cuantiosas lanas de tonalidad clara.

- Fruto

Son de tonalidad verdoso y tapada de polvareda blanco de 1.4 a 2.4 cm de diámetro.

- Semillas

Fértiles son negras, rugosas y más enormes por lo que los óvulos alborotados son rojizos y livianos. (pág. 1)

**d) Según su ecología y distribución de la especie son:**

Menciona que el eucalipto es australiano por lo que se utiliza en la sierra a alturas de 2200 y 3200 msnm, es por ello que dentro del callejón interandino presenta un agotamiento que cae sobre las áreas con tiempos resacos, amplios que son niebla en áreas húmedas, con hielos en áreas resacas y brisas habituales que pasan de 8m/s. En lo general se llegan a tener plantaciones puras. (pág. 1)

**e) Descripción edafoclimática**

▪ **Intimación climática**

- Altitud: 2200 a 3300 msnm.
- Precipitación: 80 a 1500 mm.
- Temperatura: 10.8 a 16.8 °C. (pág. 2)

▪ **Intimación edáfica**

Son aquellas especies en la cual se realiza excelente en suelos arenosos, arcillosos en la cual presenta un Ph de 5 a 7 con un no compactados y un buen drenaje en la cual la magnitud de la plantación requiere del nivel de la inclinación. (pág. 2)

▪ **Parámetros limitados de crecimiento**

- No se presenta boro y fósforo en las superficies terrestres.
- La niebla.
- Brisas principales a 8 m/s.
- Dispuestos a los tiempos secos de larga duración.
- Árboles que son dispuestos a la llama, sin embargo, no logra ocasionar su caída. (pág. 2)

**f) Característica silvicultural y de manejo de la especie**

▪ **Descripción y métodos de la semilla**

Por peso de la pepita se llega a presentar o tener 55000 plantas en la que cuando germina llega a ocasionarse entre los 5 a 22 días, por lo que una pepita de tipo tradicional logra llenar a un grado de 3 a 5 °C con un contenido de humedad de 4 a 8%.

Llegando a que el tratamiento pre germinativo se orienta que se debe remojar la semilla. (pág. 2)

**Figura 13.** Manejo de la especie.



Fuente: “Ficha técnica Eucalipto” – Silvana Zambrano – 2019.

- **Productividad en vivero**

Es aquella donde la siembra se llega a elaborar en cajones para después de la germinidad se replica a recipientes de distintos elementos por lo tanto particulares como en agrupación, llegando a que los arbustos que poseen límites de 2 a 8 cm, donde su altura se desarrolla el trasplante luego de dos septenarios los arbustos consiguen atravesar por un procedimiento de rusificación en la cual se requiere de un sustancia a sustento de una porción del suelo por 3 de cáscara de arena o arroz, de formol por m<sup>2</sup> al 20% de conglomeración o a través del uso de 50g. (pág. 2)

- **Fuentes semilleras**

Son aquellas fuentes en las que se encuentran selectas de sembradíos genuino que tenga un excelente progreso y fase sanitaria por ello existe fundamental usar pepita legalizada de esa forma los sembradíos estén uniformes y con elevada productividad. (pág. 3)

- **Reproducción vegetativa**

Son aquellos palos que nacen de los retoños de una distancia de 40 a 80 cm en la cual se poda del terciario dentro del retoño de 2 a 3 estacas de 10 a 15 cm de longitud con ambas partes de hojuelas que presente una recta de 2 mm por lo que se utiliza agrio inhol butírico en polvareda o disuelta en desinfectante, se mete el sustento del palo por unos momentos y se cultiva en un base franco arenisco. (pág. 3)

- **Elaboración del terreno**

La magnitud de la plantación requiere del nivel de desnivel en áreas desecadas con propiedades tipo caguagua por lo que es importante sembrar destapando zanjas que llegue a los arqueados de ras así favorecer de la excelente forma el agua de chaparrón. (pág. 3)

- **Diseño y densidad**

Es aquella que tiene en cuenta la instalación. de 1.110 arbusto de 3 m x 3 m con dos raleos que logran desarrollarse llegando a los 5 y 10 años para términos productivos en las que no se requiere la aplicación como los términos de cuidado por ser una variedad dentro de la patria. La variedad tiene una podadura originaria de troncos, sin embargo, en algunas situaciones se llega a que se desarrolle una podadura de los troncos bajos para no ocasionar la existencia de las uniones en el tablón cortado. (pág. 3)



**Figura 14. Plantación.**



**Fuente:** “Ficha técnica Eucalipto” – Silvana Zambrano – 2019.

#### **2.2.4. Subrasante**

Es aquella que según (Perez Collantes, 2018) precisa tal área acabada de la vía a ras de inclinación de suelos por ello se ubica la estructura del pavimento o asentado. Por lo que la subrasante es el manto preferente del margen o en lo profundo de los hoyos en suelo oriundo que resistirá a la estructura del pavimento, por lo tanto, está compuesta por tierras selectos de propiedades considerables y petrificados por los mantos asi realizar un organismo considerable con excelente cambio a modo que no llegue estar dañada por el peso de croquis que procede de la circulación.

##### **2.2.4.1. Características principales de la subrasante**

- La ocupación básica de la sub-rasante, es soporte, transportar y prorratear con equivalencia el resultado de los cargamentos de circulación originario de los mantos principales del pavimento, de modo que el suelo oriundo este apto de aguantar.

En el suceso de que el terreno de la sub-rasante es malo, por ejemplo:

- Tiene una subida magnitud de elemento sistemático, desarrollado por componentes floras a la par calcinadas o ardientes, usualmente de una disposición consistente, de tono café negro u oscuro, y residuos o desperdicios que

obtiene descubrir a ser dañoso para el sustento de las estructuras del pavimento, pertenece a arrojar tal elemento y suplantar por uno nuevo de mejor estado y sea preferente a lo que experimentamos.

- Conque, si el área de la sub rasante es mezclado por una propiedad selecto, arcilloso o limoso, capaz de repleto, se tiene que ubicar un manto de sub-base de componente granular designado antes de erradicar con el buzamiento de los sedimentos principales, si talmente una tierra es constituido por sedimentos perfectos reconocidos de ningún modo afirma riesgo de colmado, afinadamente formado por componentes de granulometría voluminosa, se mantiene la posibilidad que no se requiere de un manto de sub-base. Para concluir, si la tierra posee una importancia de sostén alto y no tiene la posibilidad de repleto de agua, no tendría el deber de constituir una estructura de pavimento así que, descartando la visión de la base y sub base, realizando simplemente la cubierta de rodamiento.
- Pues la subrasante es estimada como el cimiento del pavimento, y como una eficacia preferente de componentes con lo que abarca este manto, sostendrá a la depreciación de los mantos de la estructura del pavimento, ganando asimismo una preservación en los precios de edificación sin disminuir la situación y existencia útil de lo propia. (Taipe Sarmiento, y otros, 2012 pág. 15)

#### **2.2.4.2. Propiedades de la subrasante**

Como afirma el autor (Perez Collantes, 2018) menciona a continuación lo siguiente:

##### **a) Propiedades físicas**

Son aquellas que se obtienen a través de las pruebas de límite de contracción, límite plástico, límite líquido y la categorización de tierras, así como para tener la

correlación de humedad – viscosidad en la que se tiene a través de la prueba de Proctor reformado. (pág. 27)

## **b) Propiedades ingenieriles**

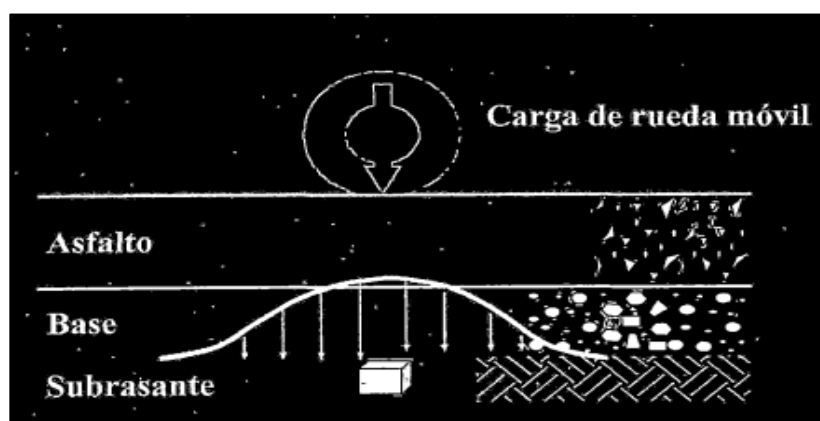
Son aquellos que calculan el resultado de la subrasante así resistir capacidad tal es la prueba de CBR, prueba de módulo resiliente y presión triaxial. La prueba de CBR, es aquel que calcula el aguante de la tierra a la perspicacia, después se realiza una comparación de la carga con la penetración del aguante alcanzada de una grava nivelada conforme proporcionada donde el CBR es de 100%. Algunas de las muestras sumergidas de 96 horas para similar la situación exagerada de repleto. Es por ello que la prueba de presión triaxial, determina el aguante al tajo de la tierra en la que experimentamos muchos tipos en distintas coacciones de relegación, por lo que se tienen arqueas de presión –alteración. La circundante de fractura de Mohr accede calcular el ángulo de la fricción interior y la cohesión. La prueba con el aparato penetrómetro activo de cono, presenta como objetivo la medición in situ de las tensiones de los mantos del pavimento y el área terrestre de la subrasante, es por ello que se presenta una correlación con el BR, que considera una consideración veloz del mismo cono en 60 grados. (págs. 27-28)

### ***Ecuación 2. CBR.***

$$CBR = \frac{405.3}{PR^{1.259}} \dots (1)$$

Por otro lado, el ensayo del módulo resiliente, calcula la rigidez dinámica de las cargas consecutivas, por ello la alteración constante se coloca para la evaluación sin embargo la probeta no presenta error. La manera más actual y real para describir las cargas de rueda en desplazamiento. En la siguiente figura se detalla la reacción de la carga dinámica. (Perez Collantes, 2018 pág. 27)

**Figura 15. Carga dinámica.**



**Fuente:** “Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada” – Pérez Callantes, Carolina Alejandra – 2014.

### 2.2.4.3. Caracterización de la subrasante

Debido a que tiene como objetivo calcular las propiedades físico-mecánicas de los materiales de la subrasante se tienen en cuenta las investigaciones a través del término de los pozos exploratorios ó calicatas de 1.5 m de hundimiento menor; es por ello que el número menor de calicatas por km está en relación a la siguiente tabla.

**Tabla 10. N° de calicatas para exploración de la superficie terrestre.**

Tipo de carretera	Profundidad	Nº menor de carriles	Observación
Autopistas: Carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día de calzadas divididas, cada una con dos o más carriles.	1.50m en relación al nivel de subrasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km</li> <li>▪ Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km</li> <li>▪ Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km</li> </ul>	Las calicatas se colocarán longitudinalmente y en manera alternativa.
Carreteras duales: Carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50m en relación al nivel de subrasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km</li> <li>▪ Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km</li> <li>▪ Calzada 4 carriles por sentido:</li> </ul>	
Carreteras de primera clase: Carreteras con un IMDA entre 4000 y	1.50m en relación al nivel de	▪ 4 calicatas x km.	Las calicatas se colocarán longitudinalmente en

2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	subrasante del proyecto.	manera alternativa.
Carreteras de segunda clase: Carreteras con un IMDA entre 2000 y 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m en relación al nivel de subrasante del proyecto.	▪ 3 calicatas x km.
Carreteras de tercera clase: Carreteras con un IMDA entre 400 y 201 veh/día, de una calzada de los carriles	1.50m en relación al nivel de subrasante del proyecto.	▪ 2 calicatas x km

**Fuente:** “Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada” – Pérez Callantes, Carolina Alejandra – 2014.

### 2.3. Definición de términos

- a) **Asentamiento de suelos:** Es aquel descenso vertical del suelo o del terraplén, ya que se debe a la consolidación o fallas de la superficie del terreno. (Cañar Tiviano, 2017)
- b) **CBR (California Bearing Ratio):** Es aquel mérito de apoyo o resistencia de la superficie terrestres (tierra), que será concerniente al 95% de la MDS y a una perspicacia de peso de 2.54 mm. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014)
- c) **Ceniza de hoja de eucalipto:** Es aquel estudio de restos inorgánicos que se sostienen después de desarrollarse una oxidación u ignición de un elemento orgánica. (Hoyle Vega, y otros, 2019)
- d) **Compactación:** Es aquella que posee con finalidad de acrecentar las propiedades de aguante de una tierra que estará utilizado para la edificación de vías. (Astorayme Salazar, y otros, 2021)
- e) **Contenido de humedad óptimo:** Se define por ser aquel contenido de humedad al cual el suelo o material granular es aplicado un esfuerzo especificado. (López Sumarriva, y otros, 2018)
- f) **Subrasante:** Es el manto de área de una vía que apoya la estructura de pavimento, compactada y preparada, que se amplía hasta una hondura que no provoque el peso de croquis que pertenece a la circulación sabido. (Alatraste Cruz, 2018)
- g) **Suelo arcilloso:** Es aquel suelo que predomina la arcilla por encima de otras partículas de distintas dimensiones, por lo son sólidas y presentan un diámetro no más del 0.005 mm. (Alvarez Benites, y otros, 2020)

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Los efectos en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante serán aceptables según el manual de carreteras de bajo volumen de tránsito.

### **2.4.2. Hipótesis específica**

- a) Los Límites de Atterberg se altera notablemente en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo.
- b) La máxima densidad seca aumenta significativamente en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo.
- c) La variación del CBR aumenta significativamente en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo.
- d) La permeabilidad cambia notablemente en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo.

## **2.5. Variables**

### **2.5.1. Definición conceptual de las variables**

#### **a) Variable independiente (X)**

##### **Ceniza de hoja de eucalipto**

Conforme a (Hoyle Vega, y otros, 2019) menciona que el estudio de residuos inorgánicos que se sostienen después de desarrollarse una oxidación u ignición de un elemento orgánico, además la representación de sus hojuelas es ovalada y presentan un tono verdoso cuando son recientes y un tono verde cuando está en la fase desarrollada.

## **b) Variable dependiente (Y)**

### **Estabilización de suelos arcillosos**

Se caracterizan por ser aquellos suelos que se localizan en zonas de precipitación elevada, en la cual se presenta alteraciones en el drenaje, es por ello que esa tierra se califica por una elevada capacidad de agua y su mínimo aguante in situ. (Cañar Tiviano, 2017)

## **2.5.2. Definición operacional de la variable**

### **a) Variable independiente (X)**

#### **Ceniza de hoja de eucalipto**

La ceniza de hoja de eucalipto se operacionaliza mediante sus dimensiones:

- ✓ D1: Porcentaje

Al mismo tiempo cada una de las dimensiones se desglosa en un indicador.

### **b) Variable Dependiente (Y)**

#### **Estabilización de suelos arcillosos**

La estabilización de suelos arcillosos se operacionaliza a través sus dimensiones:

- ✓ D1: Límites de Atterberg.
- ✓ D2: Máxima densidad seca.
- ✓ D3: CBR.

Al mismo tiempo cada una de las dimensiones se desglosa en un indicador.

## **2.5.3. Operacionalización de variables**

***Tabla 11.** Operacionalización de variables.*



VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA				
						1	2	3	4	5
<b>1: Variable Independiente</b>  Ceniza de hoja de eucalipto	Conforme a (Hoyle Vega, y otros, 2019) menciona que el estudio de residuos inorgánicos que se sostienen después de desarrollarse una oxidación u ignición de un elemento orgánico, además la representación de sus hojuelas es ovalada y presentan un tono verdoso cuando son recientes y un tono verde cuando está en la fase desarrollada.	La ceniza de hoja de eucalipto se operacionaliza mediante sus dimensiones:								
		✓ D1: Porcentaje  Al mismo tiempo cada una de las dimensiones se desglosa en un indicador.	Porcentaje	Incorporación de 5%, 10% y 15% de ceniza de hoja de eucalipto	Ensayo visual			X		
<b>2: Variable Dependiente</b>  Estabilización de suelos arcillosos	Se caracterizan por ser aquellos suelos que se localizan en zonas de precipitación elevada, en la cual se presenta alteraciones en el drenaje, es por ello que esa tierra se califica por una elevada capacidad de agua y su mínimo aguante in situ. (Cañar Tiviano, 2017)	La estabilización de suelos arcillosos se operacionaliza mediante sus dimensiones:	Límites de Atterberg	Limites plásticos	MTC E 110					X
		✓ D1: Límites de Atterberg.	CBR	Resistencia a la carga	MTC E 132					
		✓ D2: Máxima densidad seca.	Máxima densidad seca	Masa entre volumen seco	MTC E 115			X		
		✓ D3: CBR.	Permeabilidad	Textura del suelo	MTC E 906				X	

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Método de investigación**

Según Tamayo Tamayo (2012), “el método científico es un procedimiento para descubrir las condiciones en que se presentan sucesos específicos, caracterizado generalmente por ser tentativo, verificable, de razonamiento riguroso y observación empírica. (pág. 18)

En la presente investigación se busca determinar los efectos en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo, asimismo, se empezará la investigación partiendo de la observación directa de las propiedades de este material.

Según estas consideraciones en la presente investigación se aplicará el método científico.

#### **3.2. Tipo de investigación**

Según (Rodriguez, 2020), este tipo de investigación busca que el problema está establecido y es conocido por el investigador, por lo que utiliza la investigación para dar respuesta a preguntas específicas. (pág. 35),

En la presente tesis, radica en el análisis de la estabilización de subrasante con la adición de cenizas de eucalipto, donde los resultados que se alcanzaron se llegan a replicar para la solución de otros trabajos de investigación semejantes debe realizar una investigación básica para obtener más conocimiento sobre la

ceniza de hoja de eucalipto, por lo que después se realizará la investigación aplicada para desarrollar y aprobar su aplicación.

Según estas consideraciones, la presente investigación será de **tipo aplicado**.

### **3.3. Nivel de la investigación**

Según Espinoza Montes (2014), considera que el nivel de investigación Explicativo “tiene como propósito encontrar las relaciones de causa y efecto entre las variables del objeto de estudio. Es por ello que en este estudio el investigador no manipula las variables. En algunas investigaciones se determinará la correlación de las variables sin encontrar causalidad, aunque desde el punto de vista sistémico, existe relación entre las variables que integran un objeto o sistema” (pág. 90)

En la investigación se pretende dar a conocer los efectos del uso de la ceniza de hoja de eucalipto y poder evaluar la estabilización de suelos arcillosos.

Según el análisis, el nivel que se empleará en la presente investigación será **nivel explicativo**.

### **3.4. Diseño de la investigación**

Según (Sierra Bravo, 2014) La investigación Experimental, se asocia variables para predecir su comportamiento se ha pretendido establecer las causas de los fenómenos, generar un sentido de entendimiento teniendo en cuenta las características del estudio y la estructuración de la investigación como uno de los puntos fundamentales.

En la presente investigación evaluaremos la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante mediante ensayos de laboratorio.

Según el análisis, el diseño que se empleará en la presente investigación será **diseño experimental**.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

Según Valderrama Aparicio (2013), la población es el “conjunto finito o infinito de elementos, seres o cosas, que tienen atributos o características comunes, susceptibles de ser observados”. (pág. 182)

La población será el suelo en estado natural y el suelo con la adición de la ceniza de eucalipto en el Distrito Pilcomayo, Provincia de Huancayo, departamento de Junín.

#### **3.5.2. Muestra**

Según Carrasco Díaz (2016), menciona que la muestra “Es un fragmento representativo de la población, cuyas características esenciales son las de ser objetiva y reflejo fiel de ella, de tal manera que los resultados obtenidos en la muestra puedan generalizarse a todos los elementos que conforman dicha población”. (pág. 237)

La muestra será determinada según el tipo de muestreo no probabilístico dirigido, y corresponderá a la elaboración de una calicata en suelo natural en el Jr. Alfonso Ugarte.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.6.1. Técnicas**

(Vásquez Vélez, 2011) menciona que las técnicas vienen siendo conocidas como conjunto de: medios, mecanismos, recursos, procedimientos, formas que se utilizan y sirven para recoger, conservar, organizar toda la investigación y la información que es desarrollada.

Para la recolección de la información es el análisis, donde se considera resúmenes a fin de estructurar el marco teórico y conceptualizar la investigación.

### a) Análisis de documentos

Los documentos que se utilizaron, son aquellos desde un inicio de la investigación para así lograr dar un sustento a la misma, referente al manejo de conceptos que existen, entre ellos se tiene lo siguiente:

- **Revisión de bibliografía**

Se utilizó para lograr profundizar, referente a los conocimientos adquiridos como investigador, tal caso referente al problema de investigación y de tal manera lograr obtener el sustento ante dicho tema investigado.

### 3.6.2. Instrumentos

Según (Metodología de la Investigación, 2018) son instrumentos que ayudan a una medición adecuada y al registro de datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente.

- Entrevistas.
- Observaciones.
- Ensayos de laboratorio.

### 3.7. Validez y confiabilidad del instrumento de investigación

#### 3.7.1. Validez

Según (Reloso Chacin, 2021), La validez de los instrumentos se obtiene mediante un proceso de validación de contenido en el cual consiste en la evaluación de un formato de la validación por parte de 03 expertos de la facultad en donde se presente el dicho archivo, este es revisado en base a los ítems correspondientes.

**Tabla 12:** Rangos y Magnitudes de validez

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a menos	Muy baja

Fuente: (Reloso Chacin, 2021)

### 3.7.2. Confiabilidad

De acuerdo con Vásquez Rodríguez (2020), menciona que se refiere al grado en donde su aplicación repetida al mismo sujeto u objetivo produce resultados iguales, así como consistentes y coherentes.

**Tabla 13:** Rangos y Magnitudes de Confiabilidad

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a menos	Muy baja

Fuente: (Reloso Chacin, 2021)

### 3.8. Procesamiento de la información

Según Giraldo Huertas (2016), manifiesta que: El procesamiento de la información tiene como fin generar datos agrupados y ordenados que faciliten al investigador el análisis de la información según los objetivos, hipótesis y preguntas de la investigación construidas.

Luego de la recolección de la información, se evaluará el análisis de cuáles son los efectos en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo.

El paso posterior al procesamiento de la información es el análisis, etapa en que se determina como analizar los datos, que herramientas de análisis serán las utilizadas y por ello se mencionan los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico de agregado fino y grueso (MTC E 107, 1999)
- Límite líquido (MTC E 110, 2000)
- Límite plástico (MTC E 111, 2000)
- Proctor modificado (MTC E 115, 2000)
- Ph (MTC E 129, 2000)
- CBR (MTC E 132, 2000)
- Permeabilidad (MTC E 906, 2000)

## CAPÍTULO IV RESULTADOS

### 4.1. Descripción de resultados

Los párrafos siguientes presentan los resultados obtenidos sobre: las propiedades de suelos arcillosos, los cuales fueron estabilizados mediante la ceniza de hoja de eucalipto en los porcentajes de 5%, 10% y 15% (en relación al peso total). Los ensayos, métodos y procedimientos se realizaron en conformidad a las normas MTC E, según el manual de ensayos de materiales del ministerio de transportes y comunicaciones.

#### 4.1.1. Límites de Atterberg de los especímenes

Un aspecto de gran importancia en los suelos, es el grado de plasticidad, puesto que representa la estabilidad del suelo hasta un límite de humedad. En ese sentido se han realizado los ensayos correspondientes al límite líquido, al límite plástico y al índice de plasticidad, en conformidad a las normas MTC E 110 y 111.

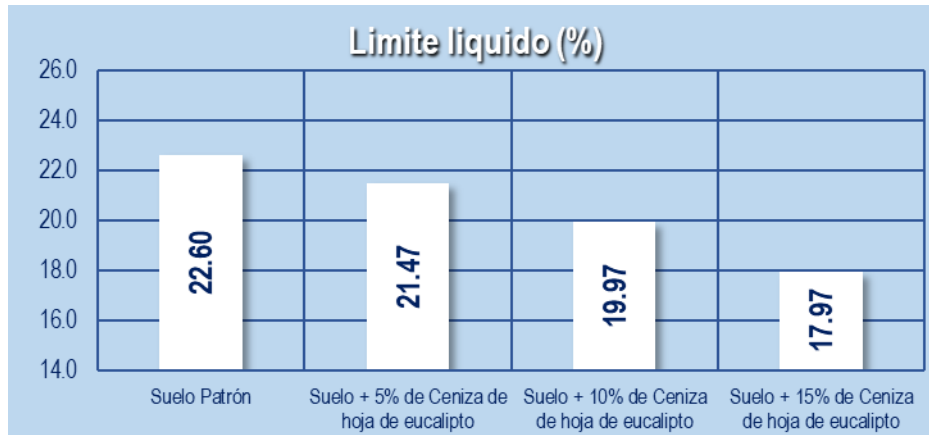
**Tabla 14.** Límite líquido, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto.

<b>Especímen de suelo</b>	<b>Límite Líquido</b>	<b>Variación</b>
Suelo Patrón	22.60	0.00%
Suelo + 5% Ceniza de hoja de eucalipto	21.47	-5.00%
Suelo + 10% Ceniza de hoja de eucalipto	19.97	-11.64%
Suelo + 15% Ceniza de hoja de eucalipto	17.97	-20.49%

**Fuente:** Elaboración propia

La Tabla 14 resume los valores correspondientes al límite líquido (LL), donde se nota que el espécimen de suelo patrón muestra LL de 22.60%, y los especímenes de suelo con presencia de ceniza de hoja de eucalipto presentaron LL de 21.47%, 19.97% y 17.97% en relación con los porcentajes de 5%, 10% y 15% de ceniza de hoja de eucalipto respectivamente.

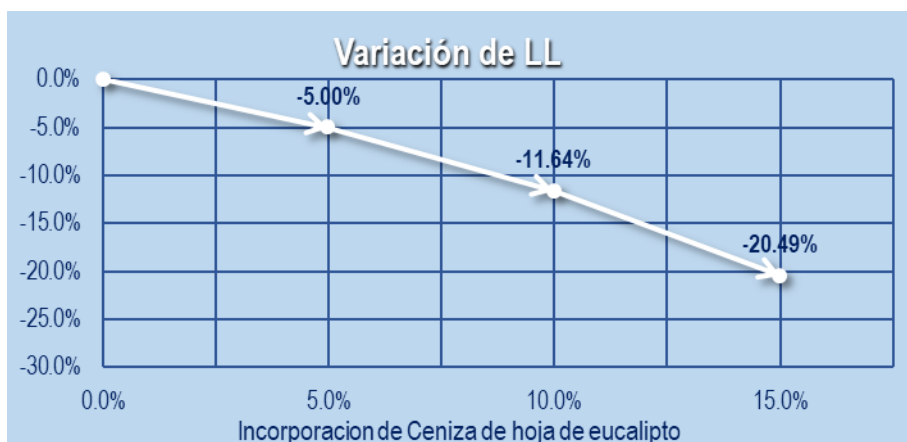
**Figura 16.** Límite líquido, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto.



**Fuente:** Elaboración propia

Asimismo, se muestra la Figura 16 para exponer con claridad los valores alcanzados, notándose en el diagrama de barras que el LL oscilan entre 17% y 23%. Además, se nota que al aumentar la presencia de la ceniza de hoja de eucalipto en el suelo se provoca el límite líquido claramente la tendencia de disminuir.

**Figura 17.** Conducta del límite líquido al usar ceniza de hoja de eucalipto.



**Fuente:** Elaboración propia



Por último, la tendencia que se observa en el límite líquido está definida por las variaciones porcentuales que se observan en la Figura 17, el LL varía en un -5.00% al usar 5% de ceniza, en un -11.64% al usar 10% de ceniza y en un -20.49% al usar 15% de ceniza (variaciones en relación al suelo patrón).

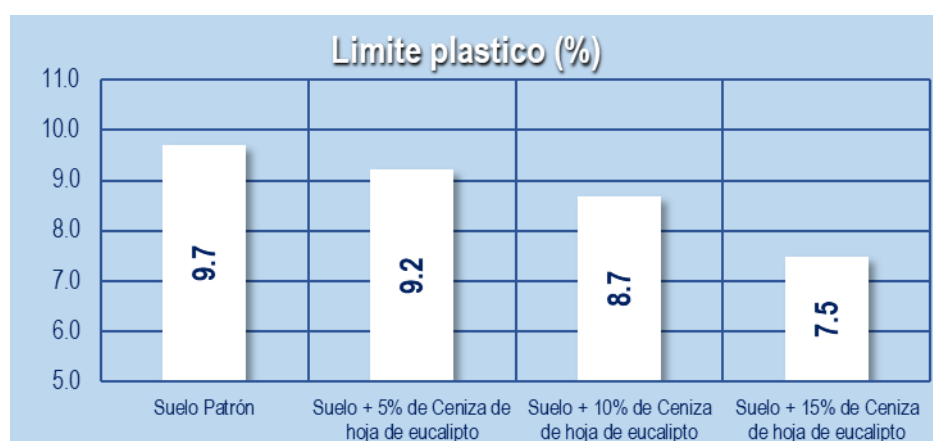
**Tabla 15.** Límite plástico, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto.

Espécimen de suelo	Límite plástico	Variación
Suelo Patrón	9.70	0.00%
Suelo + 5% Ceniza de hoja de eucalipto	9.21	-5.05%
Suelo + 10% Ceniza de hoja de eucalipto	8.69	-10.41%
Suelo + 15% Ceniza de hoja de eucalipto	7.48	-22.89%

Fuente: Elaboración propia

De igual forma, la Tabla 15 presenta los valores correspondientes al límite plástico (LP), donde se evidencia que el espécimen de suelo patrón muestra un LP de 9.70%, y los especímenes de suelo con presencia de ceniza de hoja de eucalipto presentaron LP de 9.21%, 8.69% y 7.48% respectivamente a los porcentajes de 5%, 10% y 15% de ceniza de hoja de eucalipto.

**Figura 18.** Límite plástico, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto.

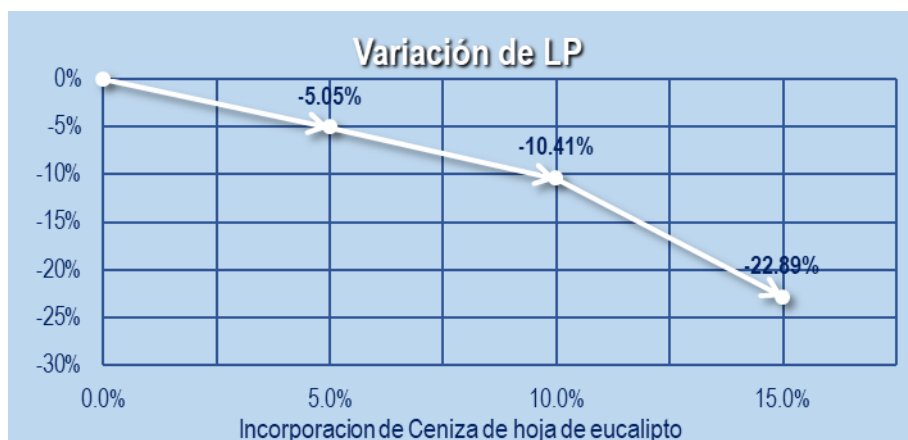


Fuente: Elaboración propia

Además, se muestra la Figura 18 para exponer con claridad los valores alcanzados, notándose en la gráfica de barras que el LP oscilan entre 7.0% y 10.0%. Además, se nota que al aumentar la presencia de la ceniza

de hoja de eucalipto en el suelo se provoca el límite plástico la tendencia de disminuir.

**Figura 19.** Conducta del límite plástico al usar ceniza de hoja de eucalipto.



Fuente: Elaboración propia

Por último, la tendencia que se observa en el límite plástico está definida por las variaciones porcentuales que se observan en la Figura 19, el LP varía en un -5.05% al usar 5% de ceniza, en un -10.41% al emplear 10% de ceniza y en un -22.89% al usar 15% de ceniza (variaciones en relación al suelo patrón).

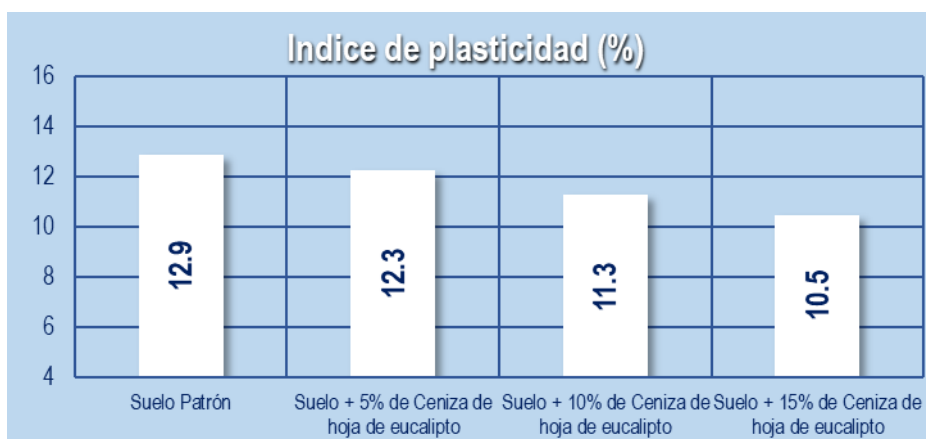
**Tabla 16.** Índice plástico, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto.

Especímen de suelo	Índice plástico	Variación
Suelo Patrón	12.90	0
Suelo + 5% Ceniza de hoja de eucalipto	12.26	-4.96%
Suelo + 10% Ceniza de hoja de eucalipto	11.28	-12.56%
Suelo + 15% Ceniza de hoja de eucalipto	10.49	-18.68%

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, la Tabla 16 expone los valores correspondientes al índice plástico o índice de plasticidad (IP) que viene a ser la diferencia de los valores ya expuesto de LL y LP, donde se nota que el espécimen de suelo patrón muestra IP de 12.90%, y los especímenes de suelo con presencia de ceniza de hoja de eucalipto presentaron IP de 12.26%, 11.28% y 10.49% en relación a los porcentajes de 5%, 10% y 15% de ceniza de hoja de eucalipto respectivamente.

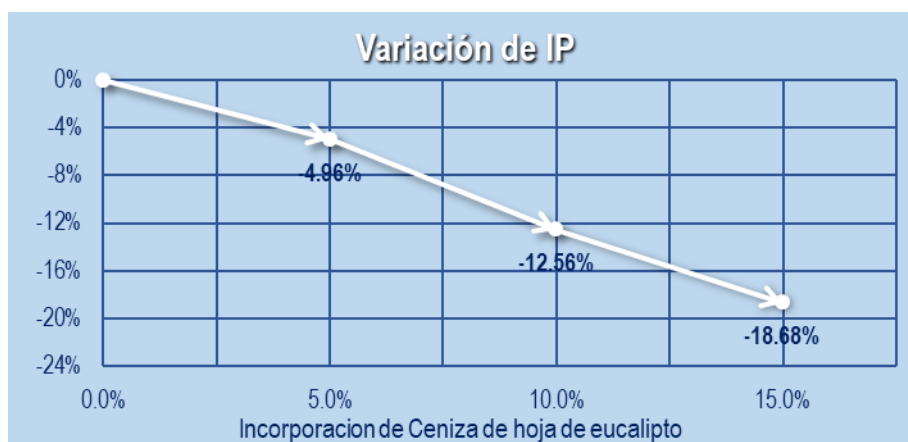
**Figura 20.** Índice plástico, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto.



Fuente: Elaboración propia

También, se muestra la Figura 20 para exponer con claridad los valores alcanzados, notándose en el diagrama de barras que el IP fluctúa entre 10% y 13%. Además, se nota que al aumentar la presencia de la ceniza de hoja de eucalipto en el suelo se provoca el índice plástico la tendencia de disminuirse.

**Figura 21.** Conducta del índice plástico al usar ceniza de hoja de eucalipto.



Fuente: Elaboración propia

Por último, la tendencia que se observa en el índice plástico está definida por las variaciones porcentuales que se observan en la Figura 21, el IP varía en un -4.06% al usar 5% de ceniza, en un -12.56% al utilizar 10% de ceniza y en un -18.68% al usar 15% de ceniza (variaciones en relación al suelo patrón).

#### 4.1.2. Proctor Modificado de los especímenes

Consecuentemente se realizó el ensayo de Proctor Modificado, es decir el ensayo de compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada en conformidad a la MTC E 115. De este ensayo se analizó la máxima densidad seca (MDS) y el óptimo contenido de humedad (OCH), las cuales representan características indispensables dentro de las propiedades de un suelo para su uso como subrasante.

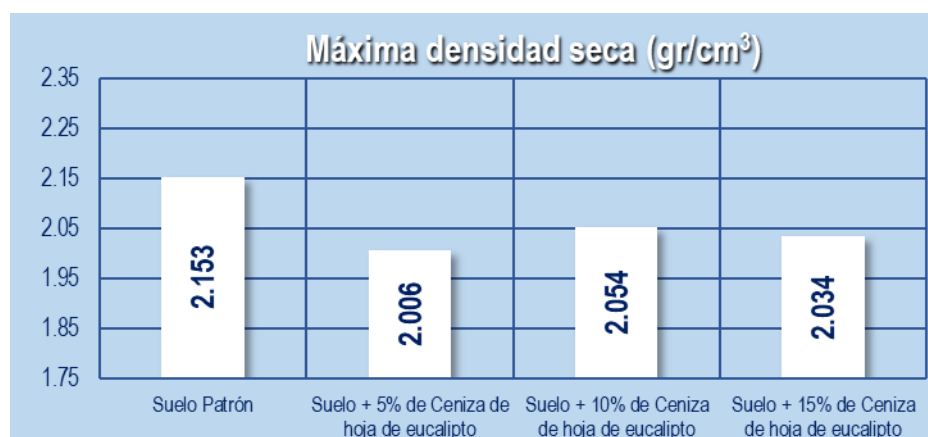
**Tabla 17.** Máxima densidad seca, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto.

Espécimen de suelo	Máxima densidad seca	Variación
Suelo Patrón	2.153	0.00%
Suelo + 5% Ceniza de hoja de eucalipto	2.006	-6.83%
Suelo + 10% Ceniza de hoja de eucalipto	2.054	-4.60%
Suelo + 15% Ceniza de hoja de eucalipto	2.034	-5.53%

Fuente: Elaboración propia

En ese sentido, la Tabla 17 muestra los valores correspondientes a la máxima densidad seca (MDS), indicándose que el espécimen de suelo patrón muestra MDS de 2.153 gr/cm<sup>3</sup>, y los especímenes de suelo con presencia de ceniza de hoja de eucalipto presentaron MDS de 2.006 gr/cm<sup>3</sup>, 2.054 gr/cm<sup>3</sup> y 2.034 gr/cm<sup>3</sup> en relación a los porcentajes de 5%, 10% y 15% respectivamente.

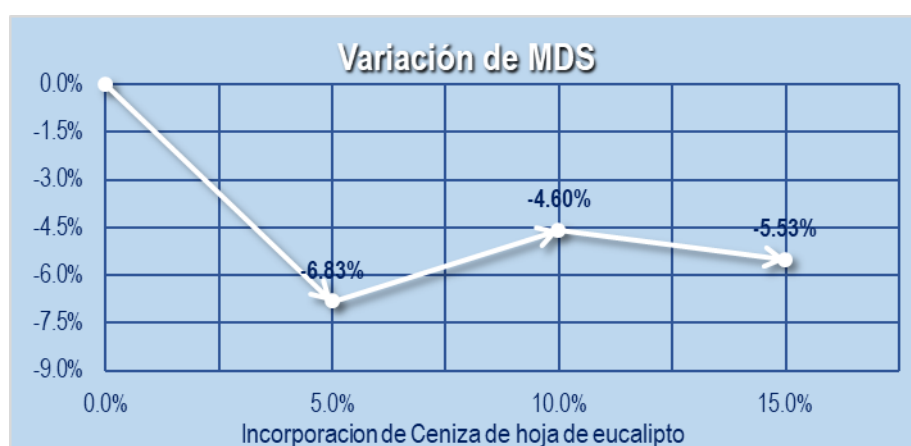
**Figura 22.** Máxima densidad seca, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto.



Fuente: Elaboración propia

De igual forma, se muestra la Figura 22. Máxima densidad seca, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto. para exponer con claridad los valores alcanzados, notándose en el diagrama de barras que los valores de MDS fluctúa entre 2.000 gr/cm<sup>3</sup> y 2.200 gr/cm<sup>3</sup>. Además, se nota que aumentar la presencia de la ceniza de hoja de eucalipto en el suelo, provoca que la máxima densidad seca se disminuya.

**Figura 23.** Conducta de la máxima densidad seca al usar ceniza de hoja de eucalipto.



Fuente: Elaboración propia

Por último, la tendencia que se observa en la máxima densidad seca está definida por las variaciones porcentuales que se observan en la Figura 23, la MDS varía en un -6.83% al usar 5% de ceniza, en un -4.60% al utilizar 10% de ceniza y en un -5.63% al usar 15% de ceniza (variaciones en relación al suelo patrón).

**Tabla 18.** Optimo contenido de humedad, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto.

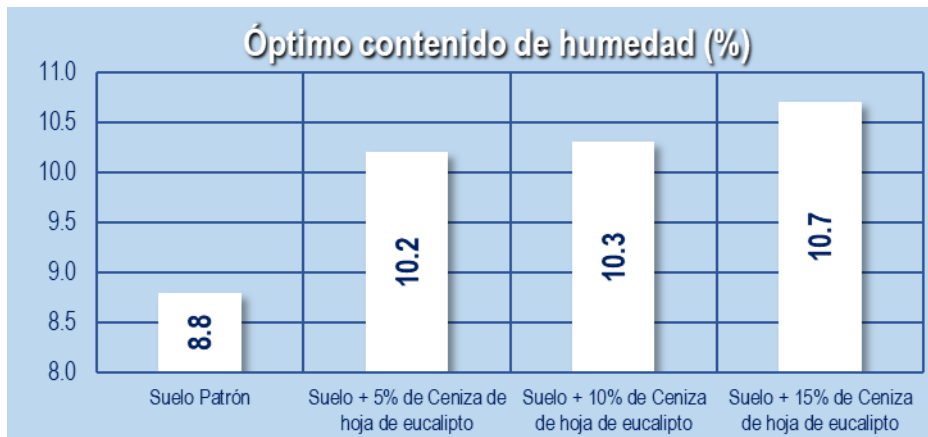
Espécimen de suelo	Optimo contenido de humedad	Variación
Suelo Patrón	8.80	0.00%
Suelo + 5% Ceniza de hoja de eucalipto	10.20	+15.91%
Suelo + 10% Ceniza de hoja de eucalipto	10.30	+17.05%
Suelo + 15% Ceniza de hoja de eucalipto	10.70	+21.59%

Fuente: Elaboración propia

De la misma forma, la Tabla 18 muestra los valores correspondientes al optimo contenido de humedad (OCH), indicando que el espécimen de

suelo patrón muestra OCH de 8.80%, y los especímenes de suelo con presencia de ceniza de hoja de eucalipto presentaron OCH de 10.20%, 10.30% y 10.70% en relación a los porcentajes de 5%, 10% y 15% respectivamente.

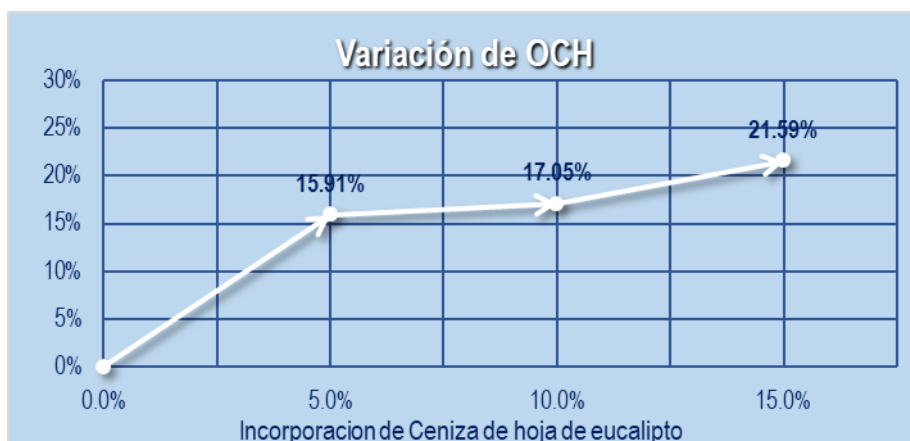
**Figura 24.** Óptimo contenido de humedad, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto.



Fuente: Elaboración propia

De igual forma, se muestra la Figura 24 para exponer con claridad los valores alcanzados, notándose en el diagrama de barras que los valores de OCH se encuentran entre el rango de 8.0% y 11.0%. Además, se nota que al aumentar la presencia de la ceniza de eucalipto en el suelo se genera en el óptimo contenido de humedad la tendencia de aumentarse.

**Figura 25.** Conducta del óptimo contenido de humedad al usar ceniza de hoja de eucalipto.



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la tendencia que se observa en el óptimo contenido de humedad está determinada por las variaciones porcentuales que se

observan en la Figura 25, El OCH varía en un +15.91% al usar 5% de ceniza, en un +17.05% al utilizar 10% de ceniza y en un +21.59% al usar 15% de ceniza (variaciones en relación al suelo patrón).

#### 4.1.3. Valor de CBR de los especímenes

Consecuentemente se analizó el valor de la capacidad al soporte, obtenido a través del método de ensayo de CBR (Relación de Soporte California) de suelos compactados en laboratorio en conformidad a la norma MTC E132. Puesto que es un parámetro indispensable dentro de las propiedades de la subrasante. Según el manual de carreteras, sección de suelos y pavimentos se considera al 95% MDS y penetración 2.54 mm.

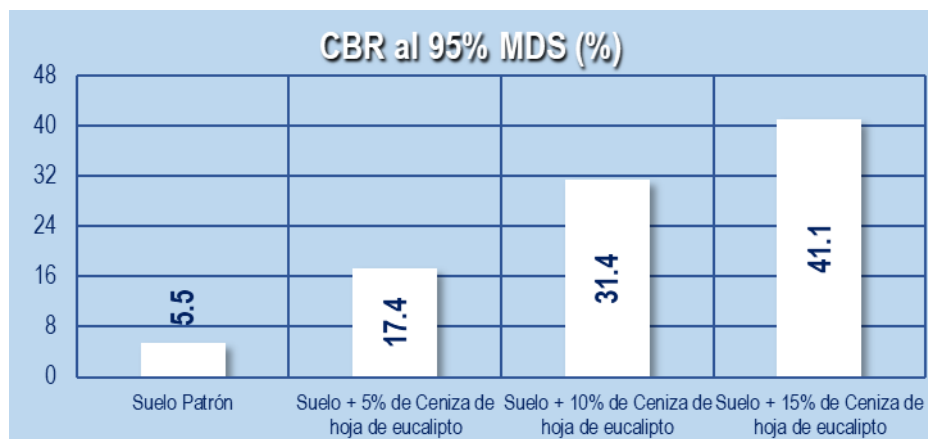
**Tabla 19.** Valor de CBR, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto.

Espécimen de suelo	CBR	Variación
Suelo Patrón	5.50	0
Suelo + 5% Ceniza de hoja de eucalipto	17.40	+216.36%
Suelo + 10% Ceniza de hoja de eucalipto	31.40	+470.91%
Suelo + 15% Ceniza de hoja de eucalipto	41.10	+647.27%

Fuente: Elaboración propia

Entonces, la Tabla 19 muestra los valores correspondientes al valor de capacidad de soporte CBR, indicando que el espécimen de suelo patrón muestra un CBR de 5.50%, y los especímenes de suelo con presencia de ceniza de hoja de eucalipto presentaron CBR de 17.40%, 31.40% y 41.10% en relación a los porcentajes de 5%, 10% y 15% respectivamente.

**Figura 26.** Valor de CBR, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto.

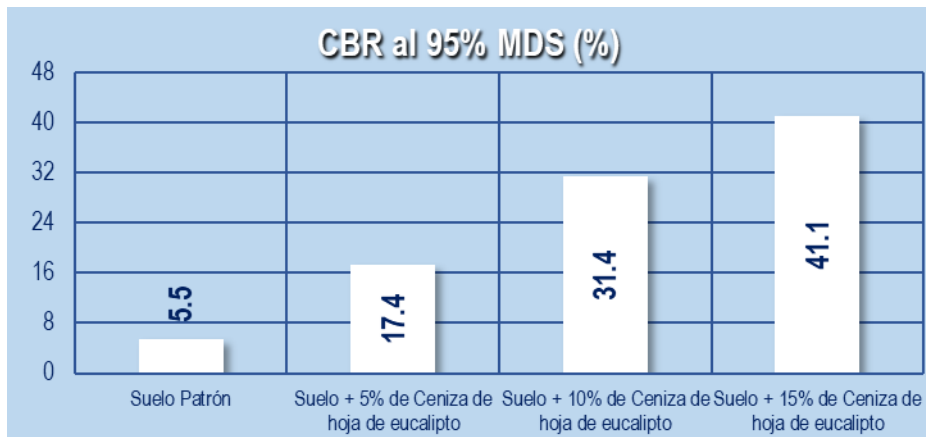


Fuente: Elaboración propia

Además, se puede indicar que el espécimen de suelo patrón muestra un CBR que clasifica a la subrasante como insuficiente y requiere de un proceso de estabilización o mejoramiento, y los especímenes de suelo con presencia de ceniza de hoja de eucalipto presentaron CBR de subrasante buena, subrasante excelente y subrasante excelente en relación a los porcentajes de 5%, 10% y 15% respectivamente.

De igual forma, se muestra la para exponer con claridad los valores alcanzados, notándose en el diagrama de barras que los valores de OCH se encuentran entre el rango de 8.0% y 11.0%. Además, se nota que al aumentar la presencia de la ceniza de hoja de eucalipto en el suelo se genera en el óptimo contenido de humedad la tendencia de aumentarse.

**Figura 27.** Conducta del valor de CBR al usar ceniza de hoja de eucalipto.



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la tendencia que se observa en el óptimo contenido de humedad está determinada por las variaciones porcentuales que se observan en la Figura 27, El OCH varía en un +15.91% al usar 5% de ceniza, en un +17.05% al utilizar 10% de ceniza y en un +21.59% al usar 15% de ceniza (variaciones en relación al suelo patrón).

#### 4.1.4. Impermeabilidad de los especímenes

Finalmente se ejecutó un método para cuantificar la calidad de drenaje del suelo compactado y por consecuente la impermeabilidad de esta. Esta propiedad se analizó con el objeto de analizar la influencia del aditivo sobre la resistencia al paso del agua. Este ensayo se realizó con agujeros



de 10.0 cm de profundidad en el cual se empleó 1600 ml de agua y se anotó el tiempo de evacuación en minutos.

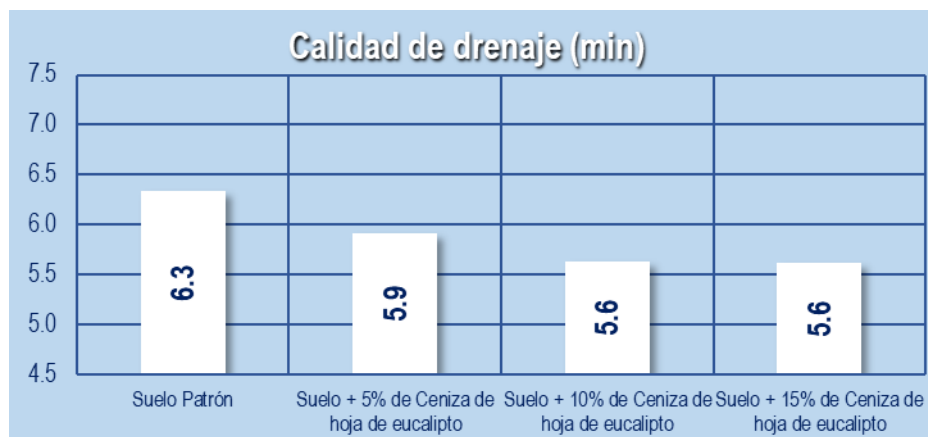
**Tabla 20.** Calidad de drenaje, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto.

Espécimen de suelo	Tiempo de evacuación	Variación
Suelo Patrón	6.33	0.00%
Suelo + 5% Ceniza de hoja de eucalipto	5.92	-6.58%
Suelo + 10% Ceniza de hoja de eucalipto	5.63	-11.05%
Suelo + 15% Ceniza de hoja de eucalipto	5.62	-11.31%

Fuente: Elaboración propia

En ese sentido, la tabla anterior muestra los tiempos de evacuación, indicando que el espécimen de suelo patrón muestra un tiempo de evacuación de 6.33 min y los especímenes de suelo con presencia de ceniza de hoja de eucalipto presentaron tiempos de evacuación de 5.92 min, 5.63 min y 5.62 min en relación a los porcentajes de 5%, 10% y 15% respectivamente.

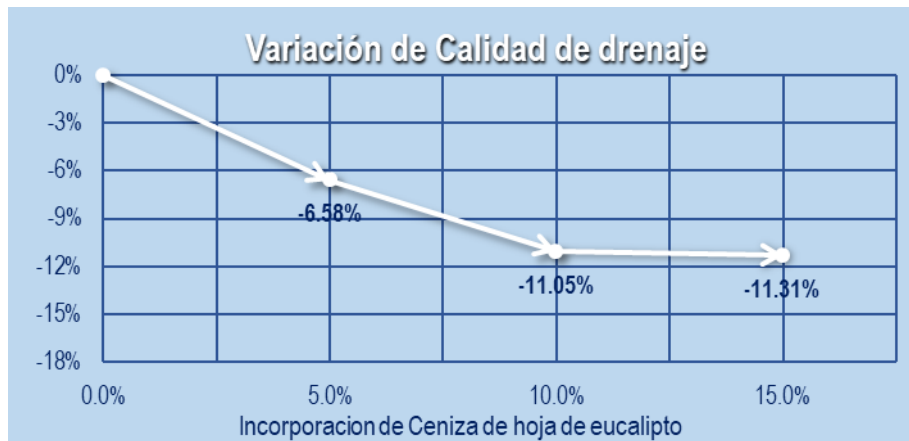
**Figura 28.** Calidad de drenaje, especímenes sin y con ceniza de hoja de eucalipto.



Fuente: Elaboración propia

De igual forma, se muestra la Figura 28 para exponer con claridad los valores alcanzados, notándose en el gráfico de barras que los valores de tiempo de evacuación se encuentran entre el rango de 5 minutos y 7 minutos. Además, se nota que al incrementar la presencia de la ceniza de hoja de eucalipto en el suelo se genera en el tiempo de evacuación la tendencia de disminuir. Es decir, aumentar la capacidad de resistencia de paso del agua.

**Figura 29.** Conducta de la calidad de drenaje al usar ceniza de hoja de eucalipto.



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la tendencia que se observa en el óptimo contenido de humedad está determinada por las variaciones porcentuales que se observan en la Figura 29 **Figura 25**, el tiempo de evacuación varía en un -6.58% al usar 5% de ceniza, en un -11.05% al utilizar 10% de ceniza y en un -11.31% al usar 15% de ceniza (variaciones en relación al suelo patrón).

#### 4.2. Contrastación de hipótesis

Se contrastaron las hipótesis planteadas, a través de la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis. Para esto se empleó el programa IBM SPSS para el desarrollo de la prueba ya indicada, para muestras independientes.

##### 4.2.1. Hipótesis específica “a”

Se tiene:

*H<sub>a</sub>: Los Límites de Atterberg aumentaría en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo.*

Se realizó la contrastación estadística de la hipótesis específica “a”, observándose en la siguiente tabla que la prueba indicó una significancia igual a 0.026 para las propiedades de límite líquido, plástico e índice de plasticidad, valor que al estar por debajo de 0.050 (95% de confiabilidad) indica que los resultados de los especímenes de suelo con presencia de ceniza de hoja de eucalipto **difieren significativamente** del espécimen

de suelo patrón, lo que se traduce en que se rechaza la hipótesis nula planteada.

**Tabla 21.** *Contrastación de hipótesis específica “a”.*

Hipótesis nula (Ho)	Significancia	Decisión
La distribución de los valores de límite líquido (Límites de Atterberg) de un suelo arcilloso es <b>igual</b> en todos los especímenes de suelo.	Sig = 0.026	La hipótesis nula se <b>rechaza</b> . ⇒ Las muestras difieren de forma significativa
La distribución de los valores de límite líquido (Límites de Atterberg) de un suelo arcilloso es <b>igual</b> en todos los especímenes de suelo.	Sig = 0.026	La hipótesis nula se <b>rechaza</b> . ⇒ Las muestras difieren de forma significativa
La distribución de los valores de índice de plasticidad (Límites de Atterberg) de un suelo arcilloso es <b>igual</b> en todos los especímenes de suelo.	Sig = 0.026	La hipótesis nula se <b>rechaza</b> . ⇒ Las muestras difieren de forma significativa

**Fuente:** Elaboración propia

De esta forma, se puede interpretar que: los límites de Atterberg en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto si difieren significativamente del suelo patrón, esta diferencia es significativa (relevante estadísticamente) y esta diferencia es favorable, puesto que una menor plasticidad se comporta a favor del desenvolvimiento estructural.

#### 4.2.2. Hipótesis específica “b”

Se tiene:

*H<sub>b</sub>: La máxima densidad seca aumentaría en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo.*

De la misma forma, se realizó la contrastación estadística de la hipótesis específica “b”, en la tabla se muestra la prueba que indica una significancia igual a 0.072 para los valores de máxima densidad seca, significancia que al estar por encima de 0.050 (95% de confiabilidad) indica que los resultados de los especímenes de suelo con presencia de ceniza de hoja de eucalipto **no difieren significativamente** del espécimen de suelo patrón, lo que se traduce en que se acoge la hipótesis

nula planteada. Es decir que los valores (MDS) no difieren de forma relevante.

**Tabla 22.** *Contrastación de hipótesis específica “b”.*

Hipótesis nula (Ho)	Significancia	Decisión
La distribución de los valores de máxima densidad seca de un suelo arcilloso es <b>igual</b> en todos los especímenes de suelo.	Sig = 0.072	La hipótesis nula se <b>acoge</b> . ⇒ Las muestras difieren de forma significativa

**Fuente:** Elaboración propia

Consecuentemente, se puede interpretar que: la máxima densidad seca en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto no difiere significativamente del suelo patrón, esta diferencia no significativa no es relevante estadísticamente, además esta diferencia a pesar de ser favorable, puesto que un mayor peso unitario seco favorece al comportamiento de la subrasante estructuralmente, no es notable.

#### 4.2.3. Hipótesis específica “c”

Se tiene:

*H<sub>c</sub>: La variación del CBR aumentaría en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo.*

De igual manera, se ejecutó la prueba estadística de la hipótesis específica “c”, en la tabla se muestra la prueba que indica una significancia igual a 0.009 para los valores de CBR, significancia que está por debajo de 0.050 (95% de confiabilidad), lo que traduce en que los resultados de los especímenes de suelo con presencia de ceniza de hoja de eucalipto **difieren significativamente** del espécimen de suelo patrón, lo que se traduce en que se rechaza la hipótesis nula planteada.

**Tabla 23. Contrastación de hipótesis específica “c”.**

Hipótesis nula (Ho)	Significancia	Decisión
La distribución de los valores de CBR de un suelo arcilloso es <b>igual</b> en todas las muestras de suelo.	Sig = 0.009	La hipótesis nula se <b>rechaza</b> . ⇒ Las muestras difieren de forma significativa

Fuente: Elaboración propia

De forma siguiente, se puede interpretar que: la propiedad mecánica del valor de CBR en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto si difiere significativamente del suelo patrón, es decir que la variación es relevante estadísticamente, además esta variación es favorable, puesto la tendencia es ascendente lo que se traducen en una mayor capacidad relativa al soporte, o sea mayor resistencia a las sollicitaciones de carga.

#### 4.2.4. Hipótesis específica “d”

Se tiene:

*H<sub>d</sub>: La permeabilidad aumentaría en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo.*

Finalmente, se realizó la prueba estadística de la hipótesis específica “d”, en la tabla posterior se presenta el resultado que indica una significancia igual a 0.069 para los valores de permeabilidad, esta significancia que es superior al 0.050 (95% de confiabilidad), lo que significa que los valores de permeabilidad de los especímenes de suelo con presencia de ceniza de hoja de eucalipto **no difieren significativamente** del espécimen de suelo patrón, es decir que se acoge la hipótesis nula planteada, puesto que los valores presentan diferencias no relevantes.

**Tabla 24. Contrastación de hipótesis específica “d”.**

Hipótesis nula (Ho)	Significancia	Decisión
La distribución de los valores de permeabilidad de un suelo arcilloso es <b>igual</b> en todas las muestras de suelo.	Sig = 0.069	La hipótesis nula se <b>acoge</b> . ⇒ Las muestras difieren de forma significativa

Fuente: Elaboración propia

En último lugar, se puede interpretar que: la permeabilidad en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto no difiere significativamente del suelo patrón, es decir la diferencia entre resultados no es relevante estadísticamente, además a pesar esta variación es favorable, es mínima. Puesto que la tendencia es ascendente (se aumenta la permeabilidad) lo que indica una mayor resistencia al paso del agua, pero no es suficiente para considerar la capa como impermeable.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1. Discusión de resultados con antecedentes

- En relación a los **límites de Atterberg**, en las Tabla 14, Tabla 15 y Tabla 16 se expusieron los resultados de forma resumida de límite líquido, plástico e índice de plasticidad. Se observa con claridad la tendencia descendente en el límite líquido, plástico e índice de plasticidad, es decir que los suelos arcillosos al incorporar la ceniza de hoja de eucalipto genera un mayor volumen de agua para que este cambie de estado de consistencia. En especial el índice de plasticidad se reduce de forma ligera, puesto que se reduce en un -12.56% al 10% de ceniza y se reduce en un -18.68% al 15% de ceniza (en relación al espécimen de suelo patrón,  $IP=10.49\%$ ). Asimismo, la prueba estadística indicó una significancia de 0.026 (en todas las propiedades) en conformidad la prueba Kruskal-Wallis, valor que indica que la variación es estadísticamente significativa. Estos resultados concuerdan con los resultados de la investigación de Pérez Mantilla (2018) que indican que la adición de las cenizas de carbón tiene influencia favorable sobre los suelos expansivos, puesto que se forma una masa compacta que consecuentemente facilita alcanzar un mejor grado de compactación. Además, Pérez Collantes (2018) en su investigación indica que las cenizas de carbón en los suelos arcillosos producen una mejora en su comportamiento físico, es decir sobre las propiedades de plasticidad, puesto que se denota un crecimiento en su resistencia, este resultado coincide con lo hallado en la presente investigación.

- Consecuentemente, con respecto a la **máxima densidad seca**, en la Tabla 17 se presenta como esta propiedad desciende de forma modesta al incorporar ceniza de hoja de eucalipto, es decir que el emplear este tipo de ceniza genera que el suelo pierda densidad mínimamente, es decir la utilización de la ceniza genera una mayor presencia de vacíos de aire en el suelo compactado. Esta tendencia descendente es ligera, obteniéndose una variación de -4.60% al 10% de ceniza y de -5.53% al 15% de ceniza (en relación al espécimen de suelo patrón, MDS= 2.153 gr/cm<sup>3</sup>). De igual manera, en conformidad a la prueba estadística de Kruskal-Wallis se indicó una significancia de 0.072, lo que indica que la diferencia es estadísticamente no significativa. Según lo obtenido en la tesis de posgrado de Hidalgo Ramírez & Saavedra Salazar (2020), sus resultados indican que la densidad seca se incrementa por la propiedad cementante de las cenizas de cascarilla puesto que se demuestra por los incrementos que expone, por lo que podemos indicar que estos resultados no concuerdan con los resultados alcanzados en esta investigación. Mientras que, Olaya Bulla (2018) sostiene en su investigación que la estabilización de suelos arcillosos depende del aumento de la masa que produce el agente estabilizante, puesto que un incremento en la masa (mayor densidad), significa que el suelo tendrá mayor integridad en su comportamiento estructural.

- Igualmente, en referencia al **valor de CBR**, en la Tabla 19 Tabla 17 presentan los valores al 95% de la MDS y 0.1" (2.54mm) de penetración demostrándose que propiedad tiene la tendencia de aumentar de forma relevante al incorporar ceniza de hoja de eucalipto, es decir que la ceniza produce que en los suelos arcillosos efectos favorables en la capacidad estructural y consecuentemente en la seguridad que ofrece a las obras viales ante sollicitaciones de mayor envergadura. Esta conducta ascendente se demuestra con las variaciones de +470.91% al 10% de ceniza y de +647.27% al 15% de ceniza (en relación al espécimen de suelo patrón, CBR= 5.50%, subrasante insuficiente). Subsiguientemente, la prueba estadística no paramétrica Kruskal-Wallis mostró la importancia igual a 0.009, esto representa que la variación es estadísticamente significativa. En conformidad con Palomino Terán (2017) que indica que la ceniza tiende a elevar el valor de CBR de un suelo patrón debido



a tu propiedad aglomerante por la composición química que mantiene, estos resultados coinciden con los resultados de la presente investigación que demuestra que las variaciones son positivas al incorporar gradualmente la ceniza de hoja de eucalipto. Asimismo, Pérez Mantilla (2018) obtuvo como resultado que el CBR se incrementa en un 4.63% para suelos arenosos, que en comparación del incremento del 21.59% para suelos arcillosos, se puede indicar que, si hay coherencia entre ambos resultados, puesto que la cohesión de un suelo favorece a que su valor de soporte se incremente al agregar agentes externos.

- Además, en relación a la **permeabilidad** de los suelos la tabla 18 presenta los resultados de calidad de drenaje y como se modifican al incorporar ceniza de hoja de eucalipto a los suelos arcillosos. Notándose que el tiempo de evacuación se reduce, pero de forma despreciable. Puesto que no genera permeabilidad real en el suelo (capacidad de retener el agua o el paso del mismo), puesto que este valor se redujo en un -11.05% al 10% de ceniza y en un -11.31% al 15% de ceniza (en relación al espécimen de suelo patrón, T=6.33 min). Asimismo, la prueba estadística indicó una importancia de 0.069 (en conformidad la prueba Kruskal-Wallis, valor que indica que la diferencia no es significativa o relevante estadísticamente. Por lo que se puede argumentar que las propiedades aglomerantes de la ceniza que generan un CBR mayor, también generan que presencia de vacíos aumente mínimamente (se pierde densidad) lo que produce que la permeabilidad de los suelos arcillosos no se incremente de forma notable. Hidalgo Ramírez & Saavedra Salazar (2020), en su investigación indica que estabilizar el suelo con cenizas de materiales orgánicos no genera cambio relevante sobre la permeabilidad del suelo, esto tiene relación con los resultados obtenidos indican que la impermeabilidad del suelo aumenta de forma mínima.

- En forma concisa y general, se puede indicar que los efectos de la estabilidad de tierras arcillosas incorporando ceniza de hoja de eucalipto son favorables, puesto que las variaciones en la plasticidad, densidad y capacidad estructural son positivas para su desenvolvimiento como capa en una obra de infraestructura vial. Los resultados anteriormente expuestos nos garantizan que la ceniza de hoja de eucalipto puede ser usado como agente estabilizante

para subrasantes insuficientes, que en su mayoría son compuestos por suelos arcillosos. Además, que de esta forma se aprovecharía las cenizas de hojas de eucalipto en lugar de que sean desechadas normalmente, lo que minimizaría la contaminación de esta fuente, así como también lo indico Pérez Collantes (2017). Asimismo, se recomienda la proporción de un 10% puesto que es la menor dosis que demostró resultados favorables de forma sobresaliente en las propiedades mecánicas del suelo, lo que coincide con lo propuesto por Hoyle Vega & Rodríguez López (2018) que también indica que el porcentaje óptimo se le atribuye al 10%. Finalmente se puede afirmar que la ceniza de hojas de eucalipto es una disyuntiva viable para perfeccionar las propiedades de ingeniería de los suelos arcillosos, y que debe de ser promocionada como tal, y que a pesar de su origen orgánico no supone influencia desfavorable para una subrasante.

## CONCLUSIONES

- Se concluye que los efectos producidos por la estabilización de suelos arcillosos mediante la incorporación de ceniza de hoja de eucalipto para su perfeccionamiento como subrasante en el distrito de Pilcomayo son significativas y favorables, teniendo resultados sobresalientes al 10% de ceniza de hoja de eucalipto, puesto que demuestra resultados aceptables.
- Los límites de Atterberg y el índice de plasticidad se reducen de forma modesta al incorporar ceniza de hoja de eucalipto al estabilizar suelos arcillosos en el distrito de Pilcomayo, puesto que al 10% de ceniza el límite líquido se disminuye en un 11.64%, el límite plástico se disminuye en un -10.41% y finalmente el índice de plasticidad se reduce en un -11.28% en relación al suelo patrón.
- La máxima densidad seca se reduce mínimamente al emplear la ceniza de hoja de eucalipto al estabilizar suelos arcillosos en el distrito de Pilcomayo, puesto que al 10% de ceniza la máxima densidad seca se disminuye en un -4.60%, en relación al suelo patrón.
- La capacidad de soporte (CBR) se incrementa de forma sobresaliente cuando se utiliza la ceniza de hoja de eucalipto al estabilizar suelos arcillosos en el distrito de Pilcomayo, puesto que al 10% de ceniza la capacidad de soporte aumenta en un +470.91%, en relación al suelo patrón.
- La permeabilidad no sufre cambios considerables al incorporar ceniza de hoja de eucalipto al estabilizar suelos arcillosos en el distrito de Pilcomayo, puesto que al 10% de ceniza el tiempo de evacuación se reduce en un -11.05%, en correlación al suelo patrón.

## RECOMENDACIONES

- Se aconseja la utilización de la ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante insuficientes de suelo arcillosos en el distrito de Pilcomayo y en otras locaciones similares, puesto que esta investigación ha demostrado que los efectos producidos son convenientes.
- Se recomienda continuar la investigación de la ceniza de hoja de eucalipto estudiando la combinación con otro agente o aditivo estabilizante, con la finalidad de disminuir de forma aceptable la plasticidad de las tierras arcillosas, puesto que la ceniza independientemente no tiene gran impacto en esta propiedad.
- Se recomienda investigar si la ceniza de hoja de eucalipto puede desenvolverse como material cementante, para comprender como la ceniza provoca que el suelo pierda densidad, pero aumente el valor de CBR.
- Se recomienda el mejoramiento de suelos de subrasante insuficiente con ceniza de hoja de eucalipto en una dosis de 10% puesto que esto acrecienta el CBR recategorizando a las subrasantes de suelos arcillosos de "insuficiente" a "excelente".
- Se recomienda el empleo de aditivo impermeabilizador en un suelo con ceniza de hoja de eucalipto, si es necesaria tal condición, puesto que la ceniza no garantiza la impermeabilidad del suelo como capa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Alatraste Cruz, Pablo Jhonny. 2018.** Aplicación del diseño del MTC 2014 para optimizar la transitabilidad vehicular en pavimentos . Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
2. **Alvarez Benites, Nicols Cristina y Gutierrez Gallegos, Julio Alvaro. 2020.** Estudio experimental del efecto en el comportamiento mecánico al adicionar caucho triturado en un suelo arcilloso de baja plasticidad proveniente del caserío de Callampampa Llama–Cajamarca. Programa Académico de Ingeniería Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima : s.n., 2020. Tesis de Pregrado.
3. **Apolinarez Tovar, Alex Emerson. 2018.** Estabilización de la sub-rasante con la incorporación de ceniza vegetal, Jauja. Facultad de Ingeniería, Universidad Peruana los Andes. Huancayo : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
4. **Astorayme Salazar, Leo Marini y Ramón Díaz, Franco William. 2021.** Análisis del comportamiento mecánico del suelo arcilloso reforzado con PET para obras geotécnicas, proveniente de botellas plásticas recicladas, en el distrito de Ricuricocha -Tarapoto. Programa Académico de Ingeniería Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima : s.n., 2021. Tesis de Pregrado.
5. **Cañar Tiviano, Edwin Santiago. 2017.** Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón. facultad de ingeniería civil y mecánica, Universidad técnica de ambato. Ambato : s.n., 2017. Tesis de pregrado.
6. **Castillo Parra, Byron Fernando. 2018.** Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con Valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como Subrasantes en Carreteras. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad de Cuenca. Cuenca : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
7. **Guaman Iler, Israel Isaias. 2018.** Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio). Escuela Profesional de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato. Ambato : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.

8. **Hidalgo Ramírez, Fernando y Saavedra Salazar, José Antonio. 2020.** Análisis de la adición de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar en la subrasante de pavimentos para la estabilización de suelos arcillosos en el departamento de San Martín. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima : s.n., 2020. Tesis de Pregrado.
9. **Hoyle Vega, Priscila Maria y Rodriguez Lopez, Carlos Alberto. 2019.** Estabilización del suelo de la trocha carrozable con fibras de raquis de Musa Paradisiaca y cenizas de hojas Eucaliptus de los caseríos Canchas a Colcap, Jimbe, Santa, Áncash – 2019. Facultad de Ingeniería, Universidad Cesar Vallejo. Chimbote : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.
10. **Hoyle Vega, Priscila María y Rodríguez Lopez, Carlos Alberto. 2019.** Estabilización del suelo de la trocha carrozable con fibras de raquis de Musa Paradisiaca y cenizas de hojas Eucaliptus de los caseríos Canchas a Colcap, Jimbe, Santa, Áncash – 2019. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo. Chimbote : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.
11. **López Sumarriva, José Johel y Ortiz Pinares, Grely. 2018.** Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la Ciudad de Abancay. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de los Andes. Apurímac : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
12. **Mamani Barriga, Lux Eva y Yataco Quispe, Alejandro Jesús. 2017.** Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad San Martín De Porres. Lima : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.
13. **Méndez Álvarez, Carlos Eduardo. 2020.** Research Methodology fifth edition. s.l. : ALPHAEDITORIAL, 2020.
14. **Méndez, Carlos. 2012.** Research Induction. Justificación de la Investigación. [En línea] 2012.
15. Research methodology. **Carrasco Díaz, Sergio. 2016.** 2016.
16. —. **Hernández Sampieri, Roberto. 2018.** 2018.
17. Research methodology. **Tamayo Tamayo, Mario. 2012.** 2012.
18. Research methodology. **Espinoza Montes, Ciro. 2014.** 2014.

19. **Ministerio de Transporte y Comunicaciones, MTC. 2014.** Suelos Geología, Geotecnia y pavimentos . Lima : s.n., 2014.
20. **MTC E 111, Ministerio de transporte y comunicaciones. 2000.** Determinación del límite plástico e índice de plasticidad. 2000.
21. **MTC E 129, Ministerio de transporte y comunicaciones. 2000.** Ph de los suelos. 2000.
22. **MTC E 107, Ministerio de Transporte y comunicaciones. 1999.** Análisis granulométrico de suelos por tamizado. 1999.
23. **MTC E 110, Ministerio de transporte y comunicaciones. 2000.** Determinación del límite líquido de los suelos. 2000.
24. **MTC E 115, Ministerio de transporte y comunicaciones. 2000.** Proctor modificado . 2000.
25. **MTC E 132, Ministerio de transporte y comunicaciones. 2000.** CBR de suelos. 2000.
26. **MTC E 906, Ministerio de transporte y comunicaciones. 2000.** Permeability. 2000.
27. **Olaya Bulla, Andres Paul. 2018.** Aplicación de agente químico como estabilizador de suelos arcillosos para la construcción de vías. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional abierta y a distancia. Bucaramanga : s.n., 2018. Tesis de pregrado.
28. **Palomino Terán, Karen Estefany. 2018.** Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso, con la incorporación del estabilizador maxxseal 100. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Privada del Norte. Cajamarca : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
29. **Perez Collantes, Carolina Alejandra. 2018.** Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
30. **Perez Collantes, Carolina Alejandro. 2018.** Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
31. **Pérez Mantilla, Yenner. 2018.** Resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo al cemento en 4% y 8% por la ceniza de tronco de Eucalipto

- (Eucaliptus Globulus). Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad San Pedro. Chimbote : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
32. **Quezada Osoria, Santiago Ernesto. 2017.** Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad de Piura. Piura : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.
  33. **Relloso Chacin, Rafael. 2021.** Investigation methodology. Estados Unidos. : s.n., 2021, pág. 13.
  34. **Rodriguez, Daniela. 2020.** Applied research: characteristics, definition, examples. Argentina : Lifeder, 2020.
  35. **Sierra Bravo, Restituto. 2014.** Social Research Techniques. Madrid : s.n., 2014.
  36. **Terrones Cruz, Andrea Thatiana. 2018.** Stabilization of clay soils by adding cane bagasse ashes for the improvement of the sbgrade in tre Barraza sector, Trujillo - 2018, Trujillo - 2018. Trujillo : s.n., 2018.
  37. **Valderrama Aparicio, Pedro Fernandez. 2013.** Model for the management of the risk associated with the global costs in the post-construction phase in multi-family buildings intended for leasing, 2013.
  38. **Vásquez Rodríguez, War Antonio. 2020.** Investigation methodology. Academic Unit of General Studies, Universidad de San Martin de Porres. Ciudad Universitaria Santa Anita : s.n., 2020.
  39. **Vásquez Vélez, Luz América. 2011.** "Incidencia de los instrumentos de evaluación en el desarrollo de las competencias metacognitivas de los estudiantes del primer año de la facultad de pedagogía, psicología y educación de la universidad católica de cuenca". Facultad de ciencias humanas y de la, universidad técnica de ambato. Ambato : s.n., 2011. Tesis Pregrado.
  40. **Vilcas de la Cruz, Ever. 2022.** Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo en vías no pavimentadas. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Peruana Los Andes. Huancayo : s.n., 2022. Tesis de Pregrado.



## **ANEXOS**

**Anexo N°01: Matriz de consistencia**



Anexo 1 – Matriz de consistencia



**ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO**

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿Cuáles son los efectos en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Determinar los efectos en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>Los efectos en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante serán aceptables según el manual de carreteras de bajo volumen de tránsito.</p>	<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Ceniza de hoja de eucalipto</p>	<p>Porcentaje</p>	<p>Incorporación de 5%, 10% y 15% de ceniza de hoja de eucalipto</p>	<p><b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</b> Científico.</p> <p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> Aplicada.</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</b> Explicativo</p> <p><b>CUANDO:</b> 2021</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b> El diseño de investigación utilizará un esquema Experimental, considerando que el análisis a realizar es demostrable en todo el proceso.</p> <p><b>POBLACIÓN Y MUESTRA:</b> <b>POBLACIÓN.</b> La población será el suelo en estado natural y el suelo con la adición de la ceniza de hoja de eucalipto en el Distrito Pilcomayo, provincia de Huancayo, departamento de Junín.</p> <p><b>MUESTRA:</b> La muestra será determinada según el tipo de muestreo no probabilístico dirigido, y corresponderá al Jr. Alfonso Ugarte en un área de incidencia de 150 m2.</p> <p><b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS:</b> Observación, revisión y análisis de documentos, trabajo en campo, fichas de laboratorio.</p> <p><b>TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS:</b> - Estadístico y probabilístico.</p>
<p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>a) ¿De qué manera se altera los Límites de Atterberg en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo?</p> <p>b) ¿Cómo varía la máxima densidad seca en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo?</p> <p>c) ¿En qué medida varía el CBR en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo?</p> <p>d) ¿Cómo cambia la permeabilidad en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo?</p>	<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>a) Analizar la alteración de los Límites de Atterberg de humedad en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo.</p> <p>b) Evaluar la variación de la máxima densidad seca en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo.</p> <p>c) Determinar la variación del CBR en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo.</p> <p>d) Identificar el cambio de la permeabilidad en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo.</p>	<p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p>a) Los Límites de Atterberg se altera notablemente en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo.</p> <p>b) La máxima densidad seca aumenta significativamente en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo.</p> <p>c) La variación del CBR aumenta significativamente en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo.</p> <p>d) La permeabilidad cambia notablemente en la estabilización de suelos arcillosos incorporando ceniza de hoja de eucalipto para el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pilcomayo.</p>	<p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Estabilización de suelos arcillosos</p>	<p>Límites de Atterberg</p> <p>Máxima densidad seca</p> <p>CBR</p> <p>Permeabilidad</p>	<p>Límites plásticos</p> <p>Resistencia a la carga</p> <p>Masa entre volumen seco</p> <p>Textura del suelo</p>	

**Anexo N°02: Instrumentos de investigación válidos**

**FICHA DE VALIDACIÓN  
INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO**

**DATOS GENERALES:**

- 1.1. Título de la investigación: **ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO**
- 1.2. Nombre de los instrumentos motivo de evaluación: Ficha de observación

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

Indicadores	Criterios	Muy deficiente				Deficiente				Regular				Buena				Muy buena			
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado.															✓					
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																✓				
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica																✓				
4. Organización	Existe una organización lógica																✓				
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.																✓				
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación																✓				
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos																✓				
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores.																✓				
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																✓				
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación.																✓				

Promedio de valoración:

80%

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: a) Muy deficiente b) Deficiente c) Regular d) Buena e) Muy buena

Nombres y apellidos:	Rando Perras Olarte	DNI N°	20119788
Dirección domiciliaria:	—	Teléfono/Celular:	960251895
Grado académico:			
Mención:	—		


Lugar y fecha: Huancayo - 19/08/22

**FICHA DE VALIDACIÓN  
INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO**

**DATOS GENERALES:**

- 1.1. Título de la investigación: **ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO GENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO**
- 1.2. Nombre de los instrumentos motivo de evaluación: Ficha de observación

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

Indicadores	Criterios	Muy deficiente				Deficiente				Regular				Buena				Muy buena			
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado.																✓				
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																✓				
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica																✓				
4. Organización	Existe una organización lógica																		✓		
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.																			✓	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación																			✓	
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos																	✓			
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores.																			✓	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																				✓
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación.																				✓

Promedio de valoración:

85 %

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: a) Muy deficiente b) Deficiente c) Regular d) Buena e) Muy buena

Nombres y apellidos:	Luis Gamarra Espinoza	DNI N°	42627012
Dirección domiciliaria:	_____	Teléfono/Celular:	964462434
Grado académico:	Ing. Civil		
Mención:	_____		

  
\_\_\_\_\_  
  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

Lugar y fecha: Huancayo - 19/08/2022



**FICHA DE VALIDACIÓN  
INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO**

**DATOS GENERALES:**

- 1.1. Título de la investigación: **ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO**
- 1.2. Nombre de los instrumentos motivo de evaluación: Ficha de observación

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

Indicadores	Criterios	Muy deficiente				Deficiente				Regular				Buena				Muy buena			
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado.															✓					
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.															✓					
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica															✓					
4. Organización	Existe una organización lógica														✓						
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.															✓					
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación															✓					
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos															✓					
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores.																✓				
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																✓				
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación.																✓				

Promedio de valoración:

75%

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: a) Muy deficiente b) Deficiente c) Regular d) Buena e) Muy buena

Nombres y apellidos:		DNI N°	41093377
Dirección domiciliaria:	Jr Grau N°211 - Chirca	Teléfono/Celular:	952525151
Grado académico:	Bachiller		
Mención:	—		

  
Ing. Vladimir Ordoñez Camposano  
Firma

Lugar y fecha: Huancayo - 19/03/22

**Anexo N°03: Certificados de laboratorio**

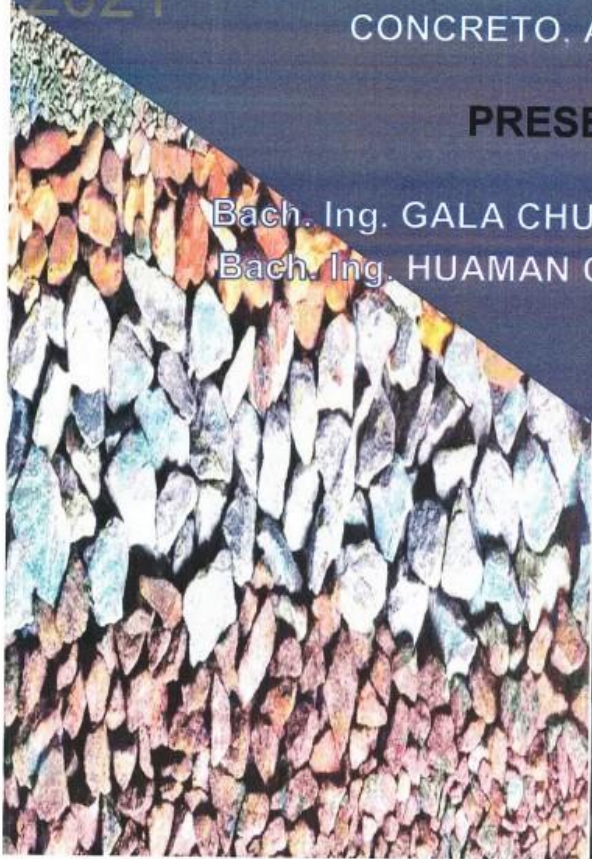
2021

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PRESENTADO POR:

Bach. Ing. GALA CHUMBES YERZON JAN CARLOS

Bach. Ing. HUAMAN CUYUTUPAC LAURA CECILIA



**“ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS  
INCORPORANDO CENIZA DE HOJAS DE EUCALIPTO  
PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL  
DISTRITO DE PILCOMAYO”**



**G E O T E S T V S.A.C.**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Ref.a una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)  
[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

RUC : 20606529229



Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles

DIRECCIÓN : JR. CRAU N° 211 - CHILCA E-MAIL : LABORTESTV@GMAIL.COM  
 TEL: A UNA CUADRA FRENTE AL PARRIS PUZO AV. FERRODARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO WEBSITE: V@GMAIL.COM  
 CELULAR : 952522151 - 973831311-991375093 FACEBOOK : GEO TEST Y S.A.C  
 RUC : 20466539229



**PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO**

PROYECTO : TESIS - "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO"

SOLICITA : BACH. GALA CHUMBES YERZON JAN CARLOS - BACH. HUAMAN CUYUTUPAC LAURA CECILIA  
 Expediente N° : EXP-40-GEO-TEST-V-2022  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE PILCOMAYO-HUANCAYO-JUNIN  
 MATERIAL : CALCATA 01  
 FECHA DE EMISION: MARZO 2022

EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO						
PROFUNDIDAD (cm)	SUCS	ALTURAS	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	ESTRATOS	DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL	SIMBOLOGÍA DE ESTRATOS
0.00		0.1m			Suelo orgánico, presencia de vegetación.	
-0.10						
-0.20						
-0.30						
-0.40						
-0.50						
-0.60						
-0.70						
-0.80						
-0.90						
-1.00						
-1.10						
-1.20						
-1.30						
-1.40	CL	2.4 m	14.80%	E1	Arcillas Arenosas de coloración marron, sin presencia de material organico.	
-1.50						
-1.60						
-1.70						
-1.80						
-1.90						
-2.00						
-2.10						
-2.20						
-2.30						
-2.40						
-2.50						

Observaciones: El punto de investigación estuvo a cargo del solicitante

  
 Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO  
TEST V. SAC

DIRECCIÓN : JR. GRAU N°211 - CHILCA C. MAIL : LABGEOESTV2@GMAIL.COM  
(REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) : BGETEST.V@GMAIL.COM  
FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C RUC : 20606629229  
CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO"  
Expediente N° : EXP-40-GEO-TEST-V-2022 Cantera : Material de calicata  
Codigo de formato : PCA-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 N° de muestra : M-1  
Peticionario : BACH. GALA CHUMBES YERZON JAN CARLOS - BACH. HUAMAN CUYUTUPAC LAURA CECILIA Clase de material : ARCILLOSO  
Ubicación : DISTRITO DE PILCOMAYO Norma : NTP  
Estructura : Subrasante Ensayado por : A.Y.G  
Fecha de recepción : ENERO 2022 Fecha de emisión : MARZO 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
NTP 339.128 (1999)

Hoja: 01 de 02

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	22.70	2.23	2.23	97.77
N° 8	2.36	35.10	3.44	5.67	94.33
N° 10	2.00	45.60	4.47	10.14	89.86
N° 16	1.18	70.20	6.88	17.02	82.98
N° 20	0.85	116.50	11.42	28.44	71.56
N° 30	0.60	25.30	2.48	30.92	69.08
N° 40	0.43	4.50	0.44	31.36	68.64
N° 50	0.30	6.00	0.59	31.95	68.05
N° 60	0.25	2.20	0.22	32.17	67.83
N° 100	0.15	15.20	1.49	33.66	66.34
N° 200	0.075	136.00	13.33	46.99	53.01
FONDO		540.70	53.01	100.00	0.00
TOTAL		1020.00	100.00 %		

GRUPOS SEGÚN EL SISTEMA UNIFICADO CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)	
GRAVA	2.23 %
ARENA	44.76 %
FINO	53.01 %
<b>TOTAL</b>	<b>100.00 %</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (NTP 339.127)	
Código de recipiente	P-03
Masa de recipiente (g)	74.10 g
Masa de recipiente + suelo húmedo (g)	425.50 g
Masa de recipiente + suelo seco (g)	380.20 g
Masa de agua (g)	45.30 g
Masa de suelo seco (g)	306.10 g
Contenido de humedad %	14.80 %



Simbolo del grupo (SUCS) = CL  
Nombre del grupo (SUCS) = ARCILLA LIGERA ARENOSA  
AASHTO = A-6 (0)

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198181





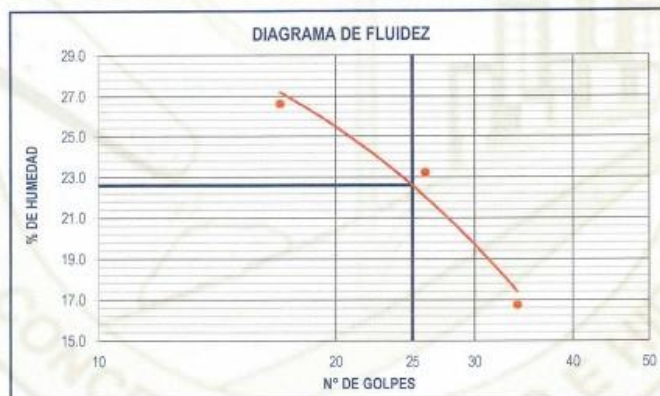
**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

<b>Proyecto</b>	: TESIS - "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO"		
<b>Expediente N°</b>	: EXP-40-GEO-TEST-V-2022	<b>Cantera</b>	: Material de calicata
<b>Codigo de formato</b>	: PCA-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	<b>N° de muestra</b>	: M-1
<b>Peticionario</b>	: BACH. GALA CHUMBES YERZON JAN CARLOS - BACH. HUAMAN CUYUTUPAC LAURA CECILIA	<b>Clase de material</b>	: ARCILLOSO
<b>Ubicación</b>	: DISTRITO DE PILCOMAYO	<b>Norma</b>	: NTP
<b>Estructura</b>	: Subrasante	<b>Ensayado por</b>	: A.Y.G
<b>Fecha de recepción</b>	: ENERO 2022	<b>Fecha de emisión</b>	: MARZO 2022

Hoja: 02 de 02

**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**  
NTP 339.129 (2014)

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	11	12	13	21	22
Nro. De cápsula	11	12	13	21	22
Masa cápsula + Suelo húmedo (g)	75.20	65.20	81.20	25.40	26.20
Masa cápsula + Suelo seco (g)	63.00	56.30	72.00	24.60	25.40
Masa cápsula (g)	17.20	18.00	17.10	16.50	17.00
Masa del agua (g)	12.20	8.90	9.20	0.80	0.80
Masa del suelo seco (g)	45.80	38.30	54.90	8.10	8.40
Contenido de humedad %	26.64 %	23.24 %	16.76 %	9.88 %	9.52 %
Nro. De golpes	17	26	34	I	II



<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>	<b>ÍNDICE PLÁSTICO</b>
LL. : 22.60	LP. : 9.70	IP. : 12.90

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6 - Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Ref.a una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotesty02@gmail.com](mailto:labgeotesty02@gmail.com)

[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



# Proctor Modificado Convencional

Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC



DIRECCIÓN : JR. GRAU N°211-CHILCA E-MAIL : LABGEOESTV2@GMAIL.COM  
GEOESTV@GMAIL.COM  
(REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERRUCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO)  
FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C  
TELULAR : 953525151 - 972831911 - 991375093 RUC : 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE  
Expediente N° : EXP-40-GEO-TEST-V-2022 Cantera : Material de calicata  
Codigo de formato : PM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 N° de muestra : M-1  
Peticionario : BACH. GALA CHUMBES YERZON JAN CARLOS - BACH. Clase de material : SUELO NATURAL  
Ubicación : HUAMAN CUYUTUPAC LAURA CECILIA Norma : NTP  
Estructura : DISTRITO DE PILCOMAYO Ensayado por : A.Y.G.  
Fecha de recepción : ENERO 2022 Fecha de emisión : MARZO 2022

PROCTOR MODIFICADO  
NTP 339.141

Hoja : 01 DE 01

COMPACTACION				
N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5,720.0	5,987.0	5,901.0	5,854.0
Peso molde (gr.)	3,764.0	3,764.0	3,764.0	3,764.0
Peso suelo compactado (gr.)	1,956.0	2,223.0	2,137.0	2,090.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	947.9	947.9	947.9	947.9
Densidad humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.064	2.345	2.254	2.205

HUMEDAD (%)				
Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	89.5	100.7	86.5	99.6
Tara + suelo seco (gr.)	85.4	93.8	78.9	88.1
Peso de agua (gr.)	4.1	6.9	7.6	11.5
Peso de tara (gr.)	17.5	17.1	15.6	10.8
Peso de suelo seco (gr.)	67.9	76.7	63.3	77.3
Humedad (%)	6.0	9.0	12.0	14.9
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.946	2.152	2.013	1.919

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
METODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	4"	6"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESO (g)	3,764.0
VOLUMEN (CM <sup>3</sup> )	947.9

RESULTADOS DE PROCTOR	
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ):	2.153
Óptimo Contenido de Humedad (%):	8.8

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Máxima Densidad Seca Corregido (gr/cm <sup>3</sup> ):	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido(%):	-



NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-88-INDECOPI-CRT ART 6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como componentes del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA  
(Ref.a una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)  
[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : JR. GRAU N° 211 - CHILCA E-MAIL : LABGEOTESTV02@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROVIARIO BRUCE COH AV. LEONCIO PRADO) GEO TEST V@GMAIL.COM  
 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C. RUC : 20606529239  
 CELULAR : 952520151 - 972531911 - 991375093



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto : TESIS - "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO"  
 Expediente N° : EXP-40-GEO-TEST-V-2022 Cantera : Material de calicata  
 Código de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 N° de muestra : M-1  
 Peticionario : BACH. GALA CHUMBES YERZON JAN CARLOS Clase de material : SUELO NATURAL  
 Ubicación : BACH. HUAMAN CUYUTUPAC LAURA CECILIA Norma : NTP  
 Estructura : DISTRITO DE PILCOMAYO Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de recepción : ENERO 2022 Fecha de emisión : MARZO 2022

**ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)**

NTP 399.145

Hoja : 01 de 02

**COMPACTACION**

	1		2		3	
	5	5	5	5	5	5
Capas N°	56		25		12	
Colpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13010.0	13079.0	12758.0	12830.0	12699.0	12630.0
Peso de molde (g)	7570.0	7570.0	7544.0	7544.0	7725.0	7725.0
Peso del suelo húmedo (g)	5440.0	5509.0	5214.0	5286.0	4974.0	5111.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2322.7	2322.7	2322.7	2322.7	2322.7	2322.7
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.342	2.372	2.245	2.276	2.142	2.200
Tara (N°)	--	--	--	--	--	--
Peso suelo húmedo + tara (g)	101.1	81.2	182.4	107.3	185.0	106.2
Peso suelo seco + tara (g)	94.2	75.0	168.5	99.6	171.7	97.0
Peso de tara (g)	15.5	11.3	13.7	17.9	11.8	17.4
Peso de agua (g)	6.9	6.2	13.9	8.3	14.3	9.2
Peso de suelo seco (g)	78.7	63.7	154.8	81.1	159.9	79.6
Contenido de humedad (%)	8.77	9.74	8.98	10.25	8.94	11.55
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.153	2.161	2.060	2.064	1.966	1.973

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
5/01/2022	1.15pm	0	3.060	3.060	2.55	1.050	1.050	0.86	2.370	2.370	1.98
6/01/2022	1.15pm	24	3.060	3.090	2.55	1.060	1.060	0.88	2.380	2.380	1.98
7/01/2022	1.15pm	48	3.070	3.070	2.56	1.070	1.070	0.89	2.390	2.390	1.99
8/01/2022	1.15pm	72	3.080	3.080	2.57	1.090	1.090	0.91	2.390	2.390	1.99
9/01/2022	1.15pm	96	3.080	3.080	2.57	1.090	1.090	0.91	3.390	2.390	1.99

**PENETRACION**

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1												MOLDE N°2				MOLDE N°3			
		CARGA				CORRECCION				CARGA				CORRECCION							
		Dial	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%						
0.000		0.000	0.00					0.000	0.00					0.000	0.00						
0.025		0.018	3.56					0.009	2.63					0.005	1.95						
0.050		0.027	4.66					0.013	3.00					0.006	2.17						
0.075		0.036	5.82					0.015	3.26					0.007	2.29						
0.100	70.31	0.042	6.58	5.1	7.2	0.016	3.32	4.1	5.8	0.009	2.51	2.6	3.7								
0.150		0.049	7.42			0.028	4.63			0.014	3.07										
0.200	105.46	0.061	8.63	6.8	8.3	0.042	6.49	6.2	5.9	0.018	3.62	3.8	3.6								
0.250		0.065	9.30			0.049	7.34			0.021	3.96										
0.300		0.096	13.16			0.058	8.48			0.025	4.51										
0.400		0.105	14.19			0.063	9.09			0.035	5.63										
0.500		0.112	15.03			0.067	13.28			0.037	5.96										

Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161



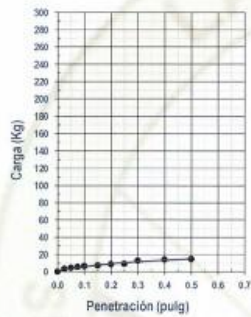
**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**Proyecto** : TESIS - "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO"  
**Expediente N°** : EXP-40-GEO-TEST-V-2022 **Cantera** : Material de calicata  
**Código de formato** : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 **N° de muestra** : M-1  
**Peticionario** : BACH. GALA CHUMBES YERZON JAN CARLOS **Clase de material** : SUELO NATURAL  
**Ubicación** : BACH. HUAMAN CUYUTUPAC LAURA CECILIA **Norma** : NTP  
**Estructura** : DISTRITO DE PILCOMAYO **Ensayado por** : A.Y.G.  
**Fecha de recepción** : ENERO 2022 **Fecha de emisión** : MARZO 2022

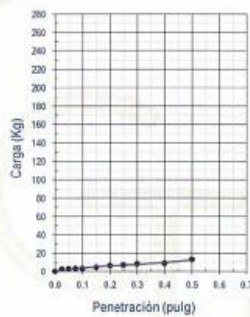
**ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)**

NTP 399.145

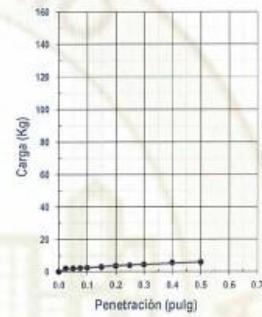
Hoja : 02 de 02



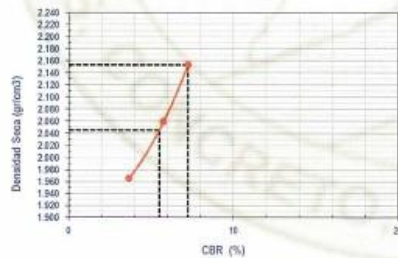
MOLDE N°1	
CBR (0.1")	7.2 %
CBR (0.2")	8.3 %
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.153



MOLDE N°2	
CBR (0.1")	5.8 %
CBR (0.2")	5.9 %
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.080



MOLDE N°3	
CBR (0.1")	3.7 %
CBR (0.2")	3.6 %
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.966



Metodo de compactación : ASTM D1557  
 Maxima densidad seca (g/cm<sup>3</sup>) : 2.153  
 Optimo contenido de humedad (%) : 8.8  
 95% maxima densidad seca (g/cm<sup>3</sup>) : 2.045

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1" 7.2 0.2" 8.3  
 C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1" 5.5 0.2" 5.5

**RESULTADOS:**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 7.2 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 5.5 (%)

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA  
(Refa una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)  
[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



*Suelo con adición del  
5% de ceniza de  
eucalipto*

Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO TEST  
V. SAC



DIRECCIÓN : JR. BRAU N° 211 - CHILCA E-MAIL : LABGEOESTVD2@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL BRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) GEOEST-V@GMAIL.COM  
 FACEBOOK : GEO TEST V.S.A.C.  
 CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093 RUC : 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO"  
 Expediente N° : EXP-40-GEO-TEST-V-2022 Cantera : Material de calicata  
 Codigo de formato : PCA-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 N° de muestra : M-1  
 Peticionario : BACH. GALA CHUMBES YERZON JAN CARLOS - BACH. HUAMAN CUYUTUPAC LAURA CECILIA Clase de material : SUELO CON ADICION DEL 5% DE CENIZA  
 Ubicación : DISTRITO DE PILCOMAYO Norma : NTP  
 Estructura : Subrasante Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de recepción : ENERO 2022 Fecha de emisión : MARZO 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
NTP 339.128 (1999)

Hoja: 01 de 02

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	22.70	2.23	2.23	97.77
N° 8	2.36	35.10	3.44	5.67	94.33
N° 10	2.00	45.60	4.47	10.14	89.86
N° 16	1.18	70.20	6.88	17.02	82.98
N° 20	0.85	116.50	11.42	28.44	71.56
N° 30	0.60	25.30	2.48	30.92	69.08
N° 40	0.43	4.50	0.44	31.36	68.64
N° 50	0.30	6.00	0.59	31.95	68.05
N° 60	0.25	2.20	0.22	32.17	67.83
N° 100	0.15	15.20	1.49	33.66	66.34
N° 200	0.075	136.00	13.33	46.99	53.01
FONDO		540.70	53.01	100.00	0.00
TOTAL		1020.00	100.00 %		

GRUPOS SEGÚN EL SISTEMA UNIFICADO CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)	
GRAVA	2.23 %
ARENA	44.76 %
FINO	53.01 %
<b>TOTAL</b>	<b>100.00 %</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (NTP 339.127)	
Código de recipiente	P-03
Masa de recipiente (g)	74.10 g
Masa de recipiente + suelo húmedo (g)	425.50 g
Masa de recipiente + suelo seco (g)	380.20 g
Masa de agua (g)	45.30 g
Masa de suelo seco (g)	306.10 g
Contenido de humedad %	14.80 %



Símbolo del grupo (SUCS) = CL  
 Nombre del grupo (SUCS) = ARCILLA LIGERA ARENOSA  
 AASHTO = A-6 (0)

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161



DIRECCIÓN : JR. GRAU N° 211 - CHILCA E-MAIL : LABGEOESTV02@GMAIL.COM  
(REF. A UNA CHABRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL ERUDE EDN AV. LEONCIO PRADO) GEOEST.V@GMAIL.COM  
FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C. RUC : 20606529229  
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

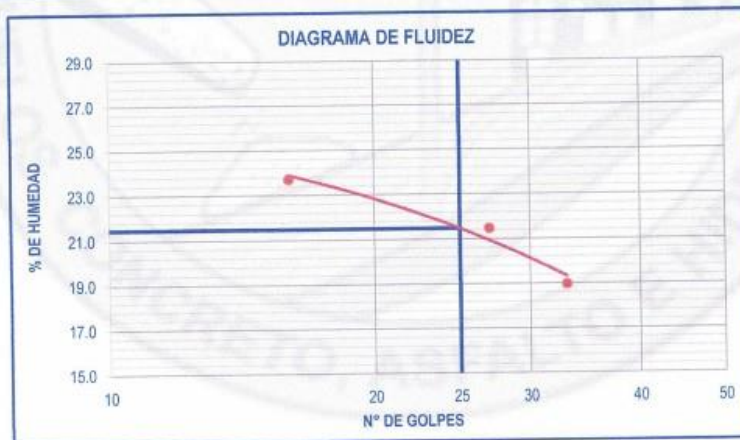
**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**Proyecto** : TESIS - "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO"  
**Expediente N°** : EXP-40-GEO-TEST-V-2022 **Cantera** : Material de calicata  
**Codigo de formato** : PCA-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 **N° de muestra** : M-1  
**Peticionario** : BACH. GALA CHUMBES YERZON JAN CARLOS - BACH. HUAMAN CUYUTUPAC LAURA CECILIA **Clase de material** : SUELO CON ADICION DEL 5% DE CENIZA  
**Ubicación** : DISTRITO DE PILCOMAYO **Norma** : NTP  
**Estructura** : Subrasante **Ensayado por** : A.Y.G  
**Fecha de recepción** : ENERO 2022 **Fecha de emisión** : MARZO 2022

Hoja: 02 de 02

**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**  
NTP 339.129 (2014)

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	-	-	-	-	-
Nro. De cápsula	-	-	-	29.31	31.38
Masa cápsula + Suelo húmedo (g)	90.24	78.24	97.44	28.51	30.46
Masa cápsula + Suelo seco (g)	76.90	68.23	85.17	19.80	20.40
Masa cápsula (g)	20.64	21.60	20.52	0.80	0.93
Masa del agua (g)	13.34	10.01	12.27	8.71	10.06
Masa del suelo seco (g)	56.26	46.63	64.65	9.21 %	9.21
Contenido de humedad %	23.71 %	21.47 %	18.97 %	I	II
Nro. De golpes	16	27	33		



LÍMITE LÍQUIDO	
LL. :	21.47

LÍMITE PLÁSTICO	
LP. :	27

ÍNDICE PLÁSTICO	
IP. :	12.26

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-88-INDECOPI-CRT-ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o CIP 198161 como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA  
(Ref: a una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)  
[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



# Proctor Modificado con adición del 5% de Ceniza de Eucalipto

Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades:  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC



DIRECCIÓN : JR. GRAU N° 211 - CHILCA E-MAIL : LABGEOESTV02@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. GEOTEST.V@GMAIL.COM  
 FERROCARRIL CRUCE DON AV. LEONCIO PRADO) FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093 RUC : 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

Proyecto : TESIS - "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE  
 Expediente N° : EXP-40-GEO-TEST-V-2022 Cantera : Material de calicata  
 Código de formato : PM-EX-01/REV.01/FECHA 2021-02-11 N° de muestra : M-1  
 Peticionario : BACH. GALA CHUMBES YERZON JAN CARLOS - BACH. Clase de material : SUELO CON ADICION DE CENIZA AL 5%  
 HUAMAN CUYUTUPAC LAURA CECILIA Norma : NTP  
 Ubicación : DISTRITO DE PILCOMAYO Ensayado por : A.Y.G.  
 Estructura : Subrasante Fecha de emisión : MARZO 2022  
 Fecha de recepción : ENERO 2022

PROCTOR MODIFICADO  
NTP 339.141-ASTM D 1557-MTC E 115

Hoja : 01 DE 01

COMPACTACION				
N° Capas	5	5	5	5
N° Colpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5,753.0	5,858.0	5,924.0	5,817.0
Peso molde (gr.)	3,764.0	3,764.0	3,764.0	3,764.0
Peso suelo compactado (gr.)	1,989.0	2,094.0	2,160.0	2,053.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	947.9	947.9	947.9	947.9
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.098	2.209	2.279	2.166

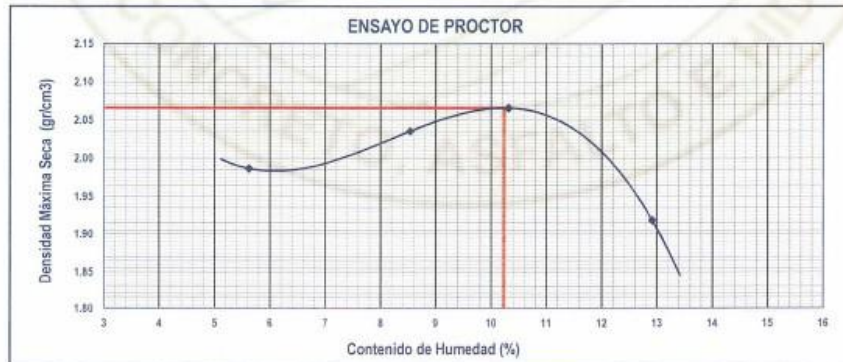
HUMEDAD (%)				
Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	96.8	101.2	81.1	96.9
Tara + suelo seco (gr.)	92.5	94.4	74.8	87.6
Peso de agua (gr.)	4.3	6.8	6.3	9.3
Peso de tara (gr.)	16.0	14.7	13.7	15.6
Peso de suelo seco (gr.)	76.5	79.7	61.1	72.0
Humedad (%)	5.6	8.5	10.3	12.9
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.987	2.035	2.066	1.918

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
MÉTODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	6"	8"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESO (g)	3,764.0
VOLUMEN (CM3)	947.9

RESULTADOS DE PROCTOR	
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ):	2.066
Óptimo Contenido de Humedad (%):	10.2

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Máxima Densidad Seca Corregido (gr/cm <sup>3</sup> ):	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido(%):	-



NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART 6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como parte de un sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198187

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA

(Ref.a una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)

[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



*Cbr con adición del  
5% de Ceniza de  
Eucalipto*

Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : JR. GRAU N°211-DHILCA E-MAIL : LABGTESTV2@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. BERTHARRIL CRUCE CON AV. LEONIDO PRADO) FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C.  
 CELULAR : 952529151 - 972831911 - 991375093 RUC : 2060529229



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO"

Expediente N° : EXP-40-GEO-TEST-V-2022 Cantera : Material de calicata  
 Código de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 N° de muestra : M-1

Peticionario : BACH. GALA CHUMBES YERZON JAN CARLOS BACH. Clase de material : SUELO CON ADICION DE CENIZA AL 5%  
 Ubicación : DISTRITO DE PILCOMAYO Norma : NTP  
 Estructura : Subrasante Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de recepción : ENERO 2022 Fecha de emisión : MARZO 2022

ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

NTP 399.145-ASTM D 1883-MTC E 132-AASHTO T-193

Hoja : 01 de 82

COMPACTACION

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Capas N°	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12825.0	13057.0	12620.0	12850.0	12600.0	12820.0
Peso de molde (g)	7570.0	7570.0	7544.0	7544.0	7725.0	7725.0
Peso del suelo húmedo (g)	5255.0	5487.0	5076.0	5306.0	4875.0	5095.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2308.2	2308.2	2308.2	2308.2	2308.2	2308.2
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.277	2.377	2.199	2.299	2.112	2.207
Tara (N°)	--	--	--	--	--	--
Peso suelo húmedo + tara (g)	101.2	81.7	82.4	106.0	86.9	103.5
Peso suelo seco + tara (g)	83.3	74.4	76.0	96.0	79.9	93.0
Peso de tara (g)	15.5	11.3	13.6	17.9	11.6	17.4
Peso de agua (g)	8.0	7.3	6.4	10.0	7.0	10.5
Peso de suelo seco (g)	77.8	63.1	62.4	78.1	68.3	75.6
Contenido de humedad (%)	10.23	11.57	10.26	12.81	10.25	13.88
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.066	2.131	1.995	2.038	1.916	1.938

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
9/01/2022	2:22pm	0	2.620	2.620	2.35	1.250	1.250	1.05	2.400	2.400	2.00
10/01/2022	2:22pm	24	2.630	2.630	2.35	1.270	1.270	1.06	2.400	2.400	2.00
11/01/2022	2:22pm	48	2.840	2.840	2.37	1.270	1.270	1.06	2.600	2.500	2.08
12/01/2022	2:22pm	72	2.880	2.880	2.40	1.270	1.270	1.06	2.600	2.600	2.17
13/01/2022	2:22pm	96	2.880	2.880	2.40	1.270	1.270	1.06	3.600	2.600	2.17

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1				MOLDE N°2				MOLDE N°3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
Pulgadas	kg/cm <sup>2</sup>	Dial	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0.000	0.00			0.000	0.00			0.000	0.00		
0.025		0.093	12.77			0.046	7.03			0.021	3.97		
0.050		0.151	19.64			0.074	10.45			0.034	5.56		
0.075		0.194	25.07			0.098	13.38			0.044	6.78		
0.100	70.31	0.198	25.56	29.3	41.7	0.119	15.94	15.7	22.4	0.053	7.86	7.9	11.2
0.150		0.283	35.86			0.152	19.96			0.064	9.23		
0.200	105.46	0.380	47.56	44.1	41.8	0.183	23.73	24.5	23.2	0.089	13.50	12.2	11.5
0.250		0.390	48.77			0.211	27.13			0.101	13.75		
0.300		0.401	50.09			0.239	30.53			0.105	14.24		
0.400		0.474	58.86			0.292	38.96			0.110	14.85		
0.500		0.543	67.11			0.347	43.59			0.125	16.67		

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : JR. ORAU N°211-CHILCA  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.  
 FERROCARRIL CRUDE CON AV. LEONDO PRADO)  
 CELULAR : 95225151 - 972831911 - 991375093  
 E-MAIL : LANGEOTESTV02@GMAIL.COM  
 GEO TEST V@GMAIL.COM  
 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C  
 RUC : 20606529229



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO"

Expediente N° : EXP-40-GEO-TEST-V-2022  
 Código de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11

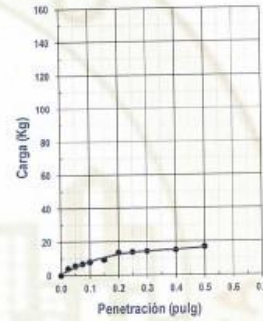
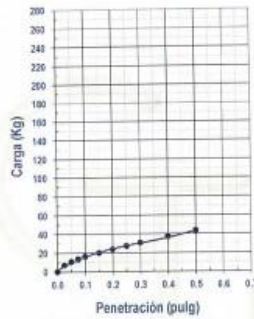
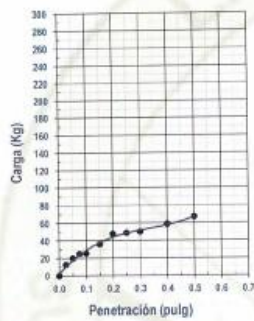
Peticionario : BACH. GALA CHUMBES YERZON JAN CARLOS  
 Ubicación : DISTRITO DE PILCOMAYO  
 Estructura : Subrasante  
 Fecha de recepción : ENERO 2022

Cantera : Material de calicata  
 N° de muestra : M-1

BACH. Clase de material : SUELO CON ADICION DE CENIZA AL 5%  
 Norma : NTP  
 Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de emisión : MARZO 2022

**ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)**  
 NTP 399.145-ASTM D 1883-MTC E 132-AASHTO T-193

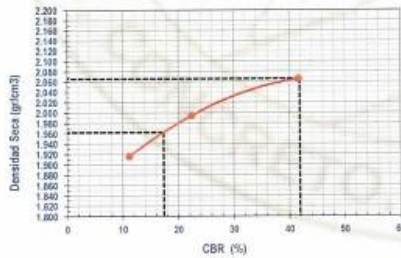
Hoja 12 de 02



MOLDE N°1	
CBR (0.1")	41.7 %
CBR (0.2")	41.8 %
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.066

MOLDE N°2	
CBR (0.1")	22.4 %
CBR (0.2")	23.2 %
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.995

MOLDE N°3	
CBR (0.1")	11.2 %
CBR (0.2")	11.5 %
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.916



Metodo de compactación : ASTM D1557  
 Maxima densidad seca (g/cm<sup>3</sup>) : 2.066  
 Optimo contenido de humedad (%) : 10.2  
 95% maxima densidad seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.963

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1" 41.9 0.2" 42.0  
 C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1" 17.4 0.2" 18.0

**RESULTADOS:**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 41.9 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 17.4 (%)

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6 - Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA

(Ref.a una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)  
[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



*Suelo con adición del  
10% de ceniza de  
eucalipto*

Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles





DIRECCIÓN : JR. BRAU N° 21 - CHILCA E-MAIL : LABGEOTESTVDS@GMAIL.COM  
 (REF: UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERRODARRIL BRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) GEOTEST.V@GMAIL.COM  
 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C  
 DELULAR : 952525151 - 972831911-991375093 RUC : 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO"  
 Expediente N° : EXP-40-GEO-TEST-V-2022 Cantera : Material de calicata  
 Código de formato : PCA-EX-01/REV.01/FECHA 2021-02-11 N° de muestra : M-1  
 Peticionario : BACH. GALA CHUMBES YERZON JAN CARLOS - BACH. HUAMAN CUYUTUPAC LAURA CECILIA Clase de material : SUELO CON ADICION DEL 10% DE CENIZA  
 Ubicación : DISTRITO DE PILCOMAYO Norma : NTP  
 Estructura : Subrasante Ensayado por : A.Y.G  
 Fecha de recepción : ENERO 2022 Fecha de emisión : MARZO 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
NTP 339.128 (1999)

Hoja: 01 de 02

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.76	22.70	2.23	2.23	97.77
Nº 8	2.36	35.10	3.44	5.67	94.33
Nº 10	2.00	45.60	4.47	10.14	89.86
Nº 16	1.18	70.20	6.88	17.02	82.98
Nº 20	0.85	116.50	11.42	28.44	71.56
Nº 30	0.60	25.30	2.48	30.92	69.08
Nº 40	0.43	4.50	0.44	31.36	68.64
Nº 50	0.30	6.00	0.59	31.95	68.05
Nº 60	0.25	2.20	0.22	32.17	67.83
Nº 100	0.15	15.20	1.49	33.66	66.34
Nº 200	0.075	136.00	13.33	46.99	53.01
FONDO		540.70	53.01	100.00	0.00
TOTAL		1020.00	100.00 %		

GRUPOS SEGÚN EL SISTEMA UNIFICADO CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)	
GRAVA	2.23 %
ARENA	44.76 %
FINO	53.01 %
<b>TOTAL</b>	<b>100.00 %</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (NTP 339.127)	
Código de recipiente	P-03
Masa de recipiente (g)	74.10 g
Masa de recipiente + suelo húmedo (g)	425.50 g
Masa de recipiente + suelo seco (g)	380.20 g
Masa de agua (g)	45.30 g
Masa de suelo seco (g)	306.10 g
Contenido de humedad %	14.80 %



Simbolo del grupo (SUCS)	=	CL
Nombre del grupo (SUCS)	=	ARCILLA LIGERA ARENOSA
AASHTO	=	A-6 (0)

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 196101



DIRECCIÓN : JR. BRAU N° 21 I - CHILCA E-MAIL : LABGEOESTESTV02@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) GEOESTEST.V@GMAIL.COM  
 DELULAR : 952525151 - 972831911-991375093 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C RUC : 20606529229

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**Proyecto** : TESIS - "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO"

**Expediente N°** : EXP-40-GEO-TEST-V-2022 **Cantera** : Material de calcata

**Código de formato** : PCA-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 **N° de muestra** : M-1

**Peticionario** : BACH. GALA CHUMBES YERZON JAN CARLOS - BACH. HUAMAN CUYUTUPAC LAURA CECILIA **Clase de material** : SUELO CON ADICION DEL 10% DE CENIZA

**Ubicación** : DISTRITO DE PILCOMAYO **Norma** : NTP

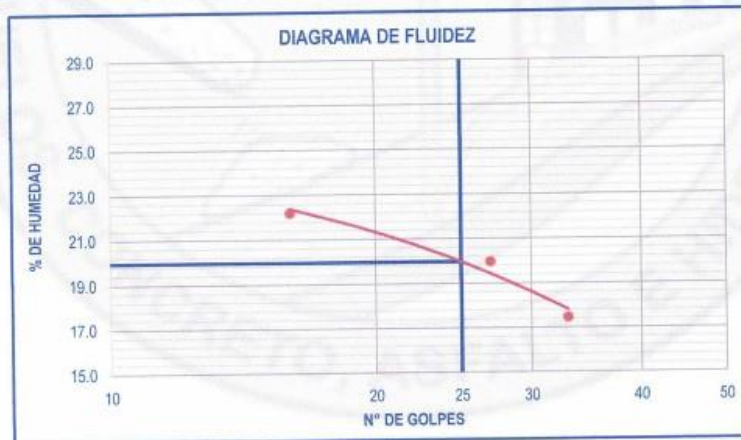
**Estructura** : Subrasante **Ensayado por** : A.Y.G

**Fecha de recepción** : ENERO 2022 **Fecha de emisión** : MARZO 2022

Hoja: 02 de 02

**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**  
NTP 339.129 (2014)

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	-	-	-	-	-
Nro. De capsula				39.03	45.06
Masa capsula + Suelo húmedo (g)	119.12	103.28	128.62	38.20	43.79
Masa capsula + Suelo seco (g)	102.87	91.26	113.89	28.51	29.38
Masa capsula (g)	29.72	31.10	29.55	0.83	1.27
Masa del agua (g)	16.24	12.01	14.73	9.69	14.41
Masa del suelo seco (g)	73.15	60.16	84.34	8.57 %	8.81
Contenido de humedad %	22.21 %	19.97 %	17.47 %	I	II
Nro. De golpes	16	27	33		



LÍMITE LÍQUIDO	
LL. :	19.97

LÍMITE PLÁSTICO	
LP. :	27

ÍNDICE PLÁSTICO	
IP. :	11.28

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA  
(Ref.a una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)  
[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



*Proctor Modificado  
con adición del 10%  
de Ceniza de  
Eucalipto*

Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC



DIRECCIÓN : JR. BRAU N° 21 - CHILCA E-MAIL : LABGEOESTV2@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. GEOESTV.V@GMAIL.COM  
 FERROCARRIL BRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) FACEBOOK : GEO TEST V S.A.O  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093 RUC : 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

Proyecto : TESIS - "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE  
 Expediente N° : EXP-40-GEO-TEST-V-2022 Cantera : Material de calicata  
 Codigo de formato : PM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 N° de muestra : M-1  
 Peticionario : BACH. GALA CHUMBES YERZON JAN CARLOS Clase de material : SUELO CON ADICION DE CENIZA AL 10%  
 BACH. HUAMAN CUYUTUPAC LAURA CECILIA Norma : NTP  
 Ubicación : DISTRITO DE PILCOMAYO Ensayado por : A.Y.G.  
 Estructura : Subrasante Fecha de emisión : MARZO 2022  
 Fecha de recepción : ENERO 2022

PROCTOR MODIFICADO  
NTP 338.141-ASTM D 1557-MTC E 115

Hoja : 01 DE 01

COMPACTACION				
N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5,620.0	5,767.0	5,905.0	5,830.0
Peso molde (gr.)	3,764.0	3,764.0	3,764.0	3,764.0
Peso suelo compactado (gr.)	1,856.0	2,003.0	2,141.0	2,066.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	947.9	947.9	947.9	947.9
Densidad humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.958	2.113	2.259	2.180

HUMEDAD (%)				
Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr.)	78.5	97.1	89.3	87.4
Tara + suelo seco (gr.)	74.9	91.3	82.7	79.6
Peso de agua (gr.)	3.6	5.8	6.6	7.8
Peso de tara (gr.)	11.3	16.6	17.0	16.9
Peso de suelo seco (gr.)	63.6	74.7	65.7	62.7
Humedad (%)	5.7	7.8	10.0	12.5
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.853	1.961	2.052	1.938

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
METODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	4"	6"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESEO (g)	3,764.0
VOLUMEN (CM <sup>3</sup> )	947.9

RESULTADOS DE PROCTOR	
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ):	2.054
Óptimo Contenido de Humedad (%):	10.3

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Máxima Densidad Seca Corregido (gr/cm <sup>3</sup> ):	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido(%):	-



NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N° 002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como sistema de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA

(Refa una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)

[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



*Cbr con adición del  
10% de Ceniza de  
Eucalipto*

Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : JR. DRAU N° 211 - CHILCA E-MAIL : LABGEOTESTV02@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. PERUCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) GEOTEST.V@GMAIL.COM  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375003 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C RUC : 20506529239



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**Proyecto** : TESIS - "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO"

**Expediente N°** : EXP-40-GEO-TEST-V-2022 **Cantera** : Material de calicata  
**Código de formato** : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 **N° de muestra** : M-1

**Peticionario** : BACH. GALA CHUMBES YERZON JAN CARLOS **Clase de material** : SUELO CON ADICION DE CENIZA AL 10%  
 BACH. HUAMAN CUYUTUPAC LAURA CECILIA

**Ubicación** : DISTRITO DE PILCOMAYO **Norma** : NTP  
**Estructura** : Subrasante **Ensayado por** : A.Y.G.  
**Fecha de recepción** : ENERO 2022 **Fecha de emisión** : MARZO 2022

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)**

NTP 399.145-ASTM D 1883-MTC E 132-AASHTO T-193

Hoja : 01 de 02

**COMPACTACION**

Molde N°	7		8		9	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13184.0	13280.0	12650.0	12620.0	12428.0	12535.0
Peso de molde (g)	7955.0	7955.0	7585.0	7585.0	7829.0	7829.0
Peso del suelo húmedo (g)	5229.0	5325.0	5065.0	5235.0	4599.0	4806.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2308.2	2308.2	2308.2	2308.2	2308.2	2308.2
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.265	2.307	2.194	2.268	1.993	2.082
Tara (N°)	--	--	--	--	--	--
Peso suelo húmedo + tara (g)	103.5	364.0	154.4	107.0	86.9	235.0
Peso suelo seco + tara (g)	95.3	319.5	141.3	97.1	79.9	206.0
Peso de tara (g)	15.5	11.3	13.7	17.8	11.8	17.4
Peso de agua (g)	8.2	34.5	13.1	9.9	7.0	26.0
Peso de suelo seco (g)	79.8	308.2	127.8	79.3	68.1	191.6
Contenido de humedad (%)	10.28	11.19	10.27	12.48	10.28	13.57
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.054	2.075	1.990	2.016	1.807	1.833

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/01/2022	4.25pm	0	1.730	1.730	1.44	0.160	0.160	0.13	1.200	1.200	1.00
11/01/2022	4.25pm	24	1.740	1.740	1.45	0.170	0.170	0.14	1.300	1.300	1.08
12/01/2022	4.25pm	48	1.750	1.750	1.46	0.170	0.170	0.14	1.400	1.400	1.17
13/01/2022	4.25pm	72	1.750	1.750	1.46	0.180	0.180	0.15	1.400	1.400	1.17
14/01/2022	4.25pm	96	1.750	1.750	1.46	1.180	0.180	0.15	1.400	1.400	1.17

**PENETRACION**

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1												MOLDE N°2				MOLDE N°3			
		CARGA				CORRECCION				CARGA				CORRECCION							
		Dial	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%				
0.000		0.000	0.00			0.000	0.00			0.000	0.00										
0.025		0.028	4.75			0.023	4.18			0.011	2.74										
0.050		0.100	13.63			0.060	8.74			0.027	4.70										
0.075		0.217	27.82			0.115	15.40			0.061	8.86										
0.100	70.31	0.368	46.08	35.9	51.1	0.273	34.62	25.2	35.8	0.126	16.75	14.1	20.0								
0.150		0.418	52.19			0.335	42.20			0.168	21.91										
0.200	105.46	0.528	65.38	73.0	69.2	0.436	54.34	54.6	51.8	0.199	25.68	25.7	24.4								
0.250		0.771	94.18			0.473	58.70			0.220	28.23										
0.300		0.840	102.34			0.691	84.72			0.287	36.34										
0.400		1.045	126.35			0.897	109.07			0.354	44.43										
0.500		1.033	124.99			0.917	111.35			0.436	54.30										

Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198167



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**Proyecto** : TESIS - "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO"

**Expediente N°** : EXP-40-GEO-TEST-V-2022  
**Codigo de formato** : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11

**Peticionario** : BACH. GALA CHUMBES YERZON JAN CARLOS  
 BACH. HUAMAN CUYUTUPAC LAURA CECILIA

**Ubicación** : DISTRITO DE PILCOMAYO

**Estructura** : Subrasante  
**Fecha de recepción** : ENERO 2022

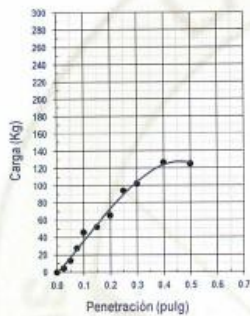
**Cantera** : Material de calicata  
**N° de muestra** : M-1

**Clase de material** : SUELO CON ADICION DE CENIZA AL 10%  
**Norma** : NTP  
**Ensayado por** : A.Y.G.  
**Fecha de emisión** : MARZO 2022

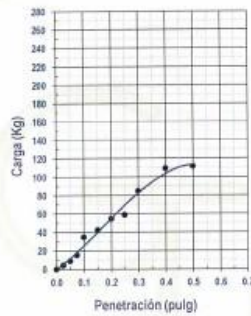
**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)**

NTP 399.145-ASTM D 1883-MTC E 132-AASHTO T-193

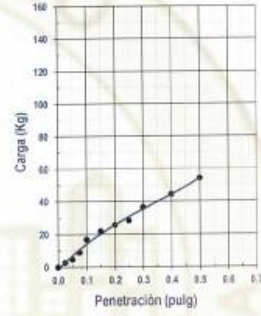
Hoja : 02 de 02



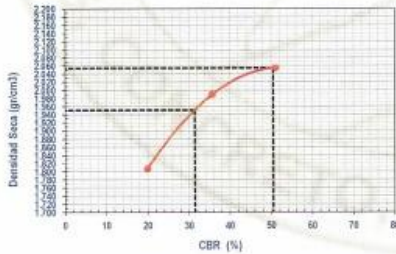
MOLDE N°1	
CBR (0.1")	51.1 %
CBR (0.2")	69.2 %
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.054



MOLDE N°2	
CBR (0.1")	35.8 %
CBR (0.2")	51.8 %
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.990



MOLDE N°3	
CBR (0.1")	20.0 %
CBR (0.2")	24.4 %
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.807



Metodo de compactación : ASTM D1557  
 Maxima densidad seca (g/cm<sup>3</sup>) : 2.054  
 Optimo contenido de humedad (%) : 10.3  
 95% maxima densidad seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.951

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1" 50.5 0.2" 69.1  
 C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1" 31.4 0.2" 44.5

**RESULTADOS:**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 50.5 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 31.4 (%)

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-99-INDECOPI-CRT-ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA  
(Refa una cuadra frente al parque Pazo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)  
[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



*Suelo con adición del  
15% de ceniza de  
eucalipto*

Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Cíviles



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO TEST  
V. SAC

DIRECCIÓN : JR. BRAU N° 211 - CHILCA E-MAIL : LABGEOTESTV2@GMAIL.COM  
 (REF: A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL BRUCE EDN AV. LEONCIO PRADO) BEOTEST.V@GMAIL.COM  
 CELULAR : 952525151 - 972031911 - 991375093 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C RUC : 20606529229



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO"

Expediente N° : EXP-40-GEO-TEST-V-2022 Cantera : Material de calicata  
 Codigo de formato : PCA-EX-01/REV.01/FECHA 2021-02-11 N° de muestra : M-1  
 Peticionario : BACH. GALA CHUMBES YERZON JAN CARLOS - BACH. HUAMAN CUYUTUPAC LAURA CECILIA Clase de material : SUELO CON ADICION DEL 15% DE CENIZA  
 Ubicación : DISTRITO DE PILCOMAYO Norma : NTP  
 Estructura : Subrasante Ensayado por : A.Y.G  
 Fecha de recepción : ENERO 2022 Fecha de emisión : MARZO 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
NTP 339.128 (1999)

Hoja: 01 de 02

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	22.70	2.23	2.23	97.77
N° 8	2.36	35.10	3.44	5.67	94.33
N° 10	2.00	45.60	4.47	10.14	89.86
N° 16	1.18	70.20	6.88	17.02	82.98
N° 20	0.85	116.50	11.42	28.44	71.56
N° 30	0.60	25.30	2.48	30.92	69.08
N° 40	0.43	4.50	0.44	31.36	68.64
N° 50	0.30	6.00	0.59	31.95	68.05
N° 60	0.25	2.20	0.22	32.17	67.83
N° 100	0.15	15.20	1.49	33.66	66.34
N° 200	0.075	136.00	13.33	46.99	53.01
FONDO		540.70	53.01	100.00	0.00
TOTAL		1020.00	100.00 %		

GRUPOS SEGÚN EL SISTEMA UNIFICADO CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)	
GRAVA	2.23 %
ARENA	44.76 %
FINO	53.01 %
<b>TOTAL</b>	<b>100.00 %</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (NTP 339.127)	
Código de recipiente	P-03
Masa de recipiente (g)	74.10 g
Masa de recipiente + suelo húmedo (g)	425.50 g
Masa de recipiente + suelo seco (g)	380.20 g
Masa de agua (g)	45.30 g
Masa de suelo seco (g)	306.10 g
Contenido de humedad %	14.80 %



Símbolo del grupo (SUCS) = CL  
 Nombre del grupo (SUCS) = ARCILLA LIGERA ARENOSA  
 AASHTO = A-6 (0)

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161



DIRECCIÓN : JR. BRAU N° 211 - CHILCA E-MAIL : LABGEOTESTV2@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE FUZZO AV. FERROGARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) GEOTEST.V@GMAIL.COM  
 CELULAR : 952525151 - 972031911-991375093 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C. RUC : 20606529229

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

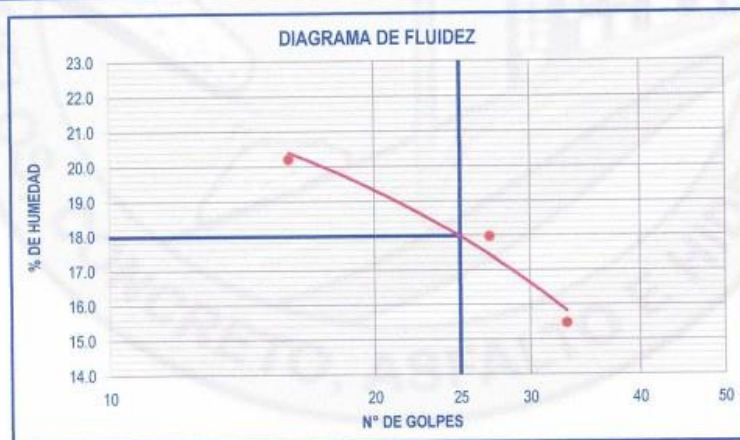
Proyecto : TESIS - "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO"

Expediente N° : EXP-40-GEO-TEST-V-2022 Cantera : Material de calicata  
 Código de formato : PCA-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 N° de muestra : M-1  
 Peticionario : BACH. GALA CHUMBES YERZON JAN CARLOS - BACH. HUAMAN CUYUTUPAC LAURA CECILIA Clase de material : SUELO CON ADICION DEL 15% DE CENIZA  
 Ubicación : DISTRITO DE PILCOMAYO Norma : NTP  
 Estructura : Subrasante Ensayado por : A.Y.G  
 Fecha de recepción : ENERO 2022 Fecha de emisión : MARZO 2022

Hoja: 02 de 02

**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**  
NTP 339.129 (2014)

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	11	12	13	21	22
Nro. De cápsula					
Masa cápsula + Suelo húmedo (g)	131.03	113.60	141.48	45.00	53.93
Masa cápsula + Suelo seco (g)	115.00	101.98	127.28	44.27	52.59
Masa cápsula (g)	35.67	37.32	35.46	34.21	35.25
Masa del agua (g)	16.03	11.62	14.20	0.73	1.34
Masa del suelo seco (g)	79.33	64.66	91.82	10.06	17.34
Contenido de humedad %	20.21 %	17.97 %	15.47 %	7.25 %	7.71 %
Nro. De golpes	16	27	33	I	II



<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>
LL. : 17.97

<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>
LP. : 7.48

<b>ÍNDICE PLÁSTICO</b>
IP. : 10.49

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N° 002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA  
(Refa una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)  
[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)  
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C



CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229

*Proctor Modificado  
con adición del 15%  
de Ceniza de  
Eucalipto*

Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC



DIRECCIÓN : JR. GRAU N° 211 - CHILCA

E-MAIL : LABGEOTESTV2@GMAIL.COM

(REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO)

GEOTEST.V@GMAIL.COM

FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C

CELULAR : 992525131 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE  
Expediente N° : EXP-40-GEO-TEST-V-2022 Cantera : Material de calicata  
Codigo de formato : PM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 N° de muestra : M-1  
Peticionario : BACH. GALA CHUMBES YERZON JAN CARLOS - BACH. HUAMAN CUYUTUPAC LAURA CECILIA Clase de material : SUELO CON ADICION DE CENIZA AL 15%  
Ubicación : DISTRITO DE PILCOMAYO Norma : NTP  
Estructura : Subrasante Ensayado por : A.Y.G.  
Fecha de recepción : ENERO 2022 Fecha de emisión : MARZO 2022

PROCTOR MODIFICADO  
NTP 339.141-ASTM D 1557-MTC E 115

Hoja : 01 DE 01

COMPACTACION				
N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5,713.0	5,795.0	5,885.0	5,822.0
Peso molde (gr.)	3,764.0	3,764.0	3,764.0	3,764.0
Peso suelo compactado (gr.)	1,949.0	2,031.0	2,121.0	2,058.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	947.9	947.9	947.9	947.9
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.056	2.143	2.238	2.171

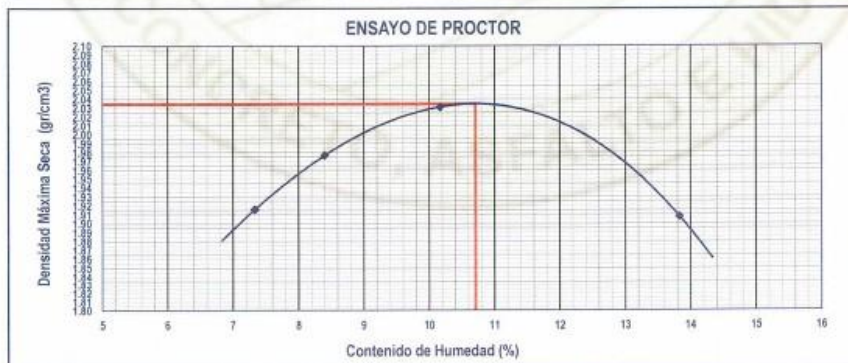
HUMEDAD (%)				
Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	90.5	111.1	94.9	93.7
Tara + suelo seco (gr.)	85.5	103.8	87.7	84.2
Peso de agua (gr.)	5.0	7.3	7.2	9.5
Peso de tara (gr.)	17.3	16.9	16.9	15.5
Peso de suelo seco (gr.)	68.2	86.9	70.8	68.7
Humedad (%)	7.3	8.4	10.2	13.8
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.916	1.977	2.031	1.907

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
METODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	4"	6"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESO (g)	3,764.0
VOLUMEN (CM <sup>3</sup> )	947.9

RESULTADOS DE PROCTOR	
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.034
Óptimo Contenido de Humedad (%)	10.7

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Máxima Densidad Seca Corregido (gr/cm <sup>3</sup> )	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido (%)	-



NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N° 002-98-INDECOPI-CRT-ART. 6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198181

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA

(Refa una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)  
[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



*Cbr con adición del  
15% de Ceniza de  
Eucalipto*

Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
**GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : JR. ORAU N°211-DHILCA E-MAIL : LABGTESTV2@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUÑO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEDNICI PRADO) GEO TEST V @GMAIL.COM  
 DELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.S RUC : 20606529229



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO"

Expediente N° : EXP-40-GEO-TEST-V-2022  
 Código de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : BACH. HUAMAN CUYUTUPAC LAURA CECILIA  
 Ubicación : DISTRITO DE PILCOMAYO  
 Estructura : Subrasante  
 Fecha de recepción : ENERO 2022

Cantera : Material de calicata  
 N° de muestra : M-1  
 Clase de material : SUELO CON ADICION DE CENIZA AL 15%  
 Norma : NTP  
 Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de emisión : MARZO 2022

**ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)**  
 NTP 399.145-ASTM D 1883-MTC E 132-AASHTO T-193

Hoja : 01 de 02

**COMPACTACION**

	1		2		3	
	5		5		5	
Capas N°	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12392.0	12415.0	12120.0	12199.0	12002.0	12067.0
Peso de molde (g)	7570.0	7570.0	7544.0	7544.0	7725.0	7725.0
Peso del suelo húmedo (g)	4822.0	4845.0	4576.0	4655.0	4277.0	4362.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2141.2	2141.2	2141.2	2141.2	2141.2	2141.2
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.252	2.263	2.137	2.174	1.997	2.037
Tara (N°)	--	--	--	--	--	--
Peso suelo húmedo + tara (g)	111.0	121.0	185.0	117.0	235.0	109.0
Peso suelo seco + tara (g)	101.7	109.8	168.5	105.6	213.4	97.6
Peso de tara (g)	15.0	11.3	14.8	16.5	11.8	15.2
Peso de agua (g)	9.3	11.2	16.5	11.4	21.6	11.4
Peso de suelo seco (g)	86.7	98.5	153.7	89.1	201.6	82.4
Contenido de humedad (%)	10.73	11.37	10.74	12.79	10.71	13.83
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.034	2.032	1.930	1.927	1.804	1.790

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
20/08/2021	3:07pm	0	1.100	1.100	0.92	1.200	1.200	1.00	2.100	2.100	1.75
21/08/2021	3:07pm	24	1.200	1.200	1.00	1.300	1.300	1.08	2.200	2.200	1.83
22/08/2021	3:07pm	48	1.300	1.300	1.08	1.300	1.300	1.08	2.300	2.300	1.92
23/08/2021	3:07pm	72	1.300	1.300	1.08	1.400	1.400	1.17	2.400	2.400	2.00
24/08/2021	3:07pm	96	1.300	1.300	1.08	1.400	1.400	1.17	2.400	2.400	2.00

**PENETRACION**

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1				MOLDE N°2				MOLDE N°3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
Pulgadas	kg/cm <sup>2</sup>	Dial	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0.000	0.00			0.000	0.00			0.000	0.00		
0.025		0.067	9.60			0.043	6.86			0.057	8.37		
0.050		0.150	19.72			0.096	13.38			0.111	14.97		
0.075		0.236	30.17			0.157	20.57			0.148	19.46		
0.100	70.31	0.311	39.24	39.4	56.0	0.214	27.50	28.7	40.9	0.176	22.88	22.0	31.3
0.150		0.460	57.18			0.314	39.61			0.224	28.71		
0.200	105.46	0.686	72.24	72.8	89.0	0.409	51.05	51.0	48.4	0.280	35.50	34.5	32.7
0.250		0.724	88.64			0.491	60.89			0.300	37.91		
0.300		0.842	102.57			0.572	70.58			0.328	41.30		
0.400		1.076	129.96			0.721	88.29			0.401	50.09		
0.500		1.348	161.40			0.954	115.72			0.467	58.02		

Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

DIRECCIÓN : JR. ORAU N°211-CHILCA E-MAIL : LABGEOESTV02@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERRAGARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) GEOESTV@GMAIL.COM  
 CELULAR : 992525151 - 972831911 - 991375093 RUC : 20005529229

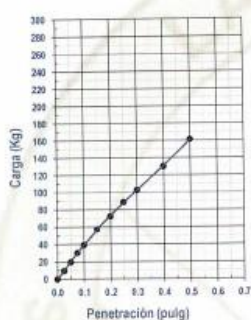


**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

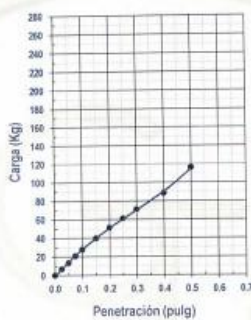
**Proyecto** : TESIS - "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO"  
**Expediente N°** : EXP-40-GEO-TEST-V-2022 **Cantera** : Material de calicata  
**Código de formato** : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 **N° de muestra** : M-1  
**Peticionario** : BACH. HUAMAN CUYUTUPAC LAURA CECILIA **Clase de material** : SUELO CON ADICION DE CENIZA AL 15%  
**Ubicación** : DISTRITO DE PILCOMAYO **Norma** : NTP  
**Estructura** : Subrasante **Ensayado por** : A.Y.G.  
**Fecha de recepción** : ENERO 2022 **Fecha de emisión** : MARZO 2022

**ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)**  
 NTP 399.145-ASTM D 1883-MTC E 132-AASHTO T-193

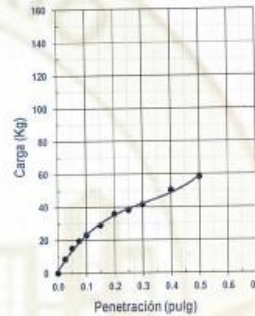
Hoja : 02 de 02



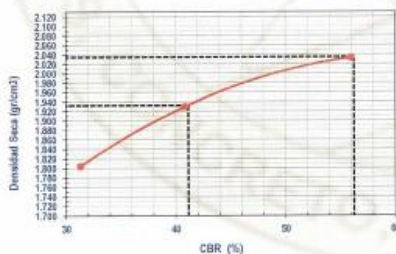
MOLDE N°1	
CBR (0.1")	56.0 %
CBR (0.2")	69.0 %
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.034



MOLDE N°2	
CBR (0.1")	40.9 %
CBR (0.2")	48.4 %
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.930



MOLDE N°3	
CBR (0.1")	31.3 %
CBR (0.2")	32.7 %
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.804



Método de compactación : ASTM D1557  
 Máxima densidad seca (g/cm<sup>3</sup>) : 2.034  
 Óptimo contenido de humedad (%) : 19.7  
 95% máxima densidad seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.933

CBR al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	56.2	0.2"	69.2
CBR al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	41.1	0.2"	48.8

**RESULTADOS:**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 56.2 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 41.1 (%)

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.8.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**Luis Gamarrá Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA

(Ref.a una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)

[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



*Ph de suelos*

Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. SAC**



DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA  
 (Ref.a una cuadra frente al parque Puzo Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093  
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C  
 RUC : 20606529229

**ANALISIS DE PH DEL SUELO**

ASTM D 4972 – 95a, NTP 339.176, MTC E 129

PROYECTO : TESIS - "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO"  
 SOLICITA : BACH. GALA CHUMBES YERZON JAN CARLOS - BACH. HUAMAN CUYUTUPAC LAURA CECILIA  
 Expediente N° : EXP-40-GEO-TEST-V-2022  
 UBICACIÓN : C.P. NARANJAL-SAN RAMON-CHANCHAMAYO  
 MATERIAL : DISTRITO DE PILCOMAYO-HUANCAYO-JUNIN  
 FECHA DE EMISION: : MARZO 2022

Muestra :	VALOR		
	Lectura 1	Lectura 2	Promedio
SUELO NATURAL	8.32	8.47	8.4

**Interpretación:**

El pH del SUELO NATURAL tiene como grado de acidez: Moderadamente Alcalino

Muestra :	VALOR		
	Lectura 1	Lectura 2	Promedio
SUELO NATURAL CON ADICION DE 5% DE CENIZA DE EUCALIPTO	8.1	8.12	8.1

**Interpretación:**

El pH del SUELO NATURAL CON ADICION DE 5% DE CENIZA DE EUCALIPTO tiene como grado de acidez: Moderadamente Alcalino

Muestra :	VALOR		
	Lectura 1	Lectura 2	Promedio
SUELO NATURAL CON ADICION DE 10% DE CENIZA DE CAÑA DE EUCALIPTO	8.07	8.06	8.1

**Interpretación:**

El pH del SUELO NATURAL CON ADICION DE 10% DE CENIZA DE CAÑA DE EUCALIPTO tiene como grado de acidez: Moderadamente Alcalino

Muestra :	VALOR		
	Lectura 1	Lectura 2	Promedio
SUELO NATURAL CON ADICION DE 15% DE CENIZA DE EUCALIPTO	7.97	7.96	8

**Interpretación:**

El pH del SUELO NATURAL CON ADICION DE 15% DE CENIZA DE EUCALIPTO tiene como grado de acidez: Moderadamente Alcalino

Luis Gamarrá Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

DIRECCIÓN : JR. BRAU N°211-CHILCA

E-MAIL : LABGEOESTV02@GMAIL.COM

(REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.  
FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO)

GEOEST.V@GMAIL.COM

FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C

TELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto : TESIS - "ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS INCORPORANDO CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE PILCOMAYO"

Expediente N° : EXP-40-GEO-TEST-V-2022      Canteras : ---

Código de formato : PCA-EX-21/ REV.01/FECHA 2021-02-11      N° de muestra : ---

Peticionario : BACH. GALA CHUMBES YERZON JAN CARLOS -      Clase de material : SUELO NATURAL Y COMBINACIONES  
BACH. HUAMAN CUYUTUPAC LAURA CECILIA

Ubicación : DISTRITO DE PILCOMAYO      Norma : ---

Estructura : SUBRASANTE      Ensayado por : A.Y.G

Fecha de recepción : ENERO 2022      Fecha de emisión : MARZO 2022

**CALIDAD DE DRENAJE**

Densidad del agua 1.00 gr/cm<sup>3</sup>

PUNTO	ALTURA DE HOYO (mm)	PESO DE AGUA EMPLEADA (ml)	TIEMPO DE EVACUACIÓN (min y seg)	ml/min	Lt/h
CONVENCIONAL	100.0	1600	6" 20'	258.06	15.48
5% DE ADICION	100.0	1600	5" 55'	288.29	17.30
10% DE ADICION	100.0	1600	5" 38'	297.40	17.84
15% DE ADICION	100.0	1600	5" 37'	297.95	17.88

  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161



## **Anexo N°04: Registros fotográficos**

## 1. GRANULOMETRÍA

**Fotografía N° 1:** Ensayo de análisis granulométrico, separación de material por tamaño de partículas método de tamizado, según referencia de la norma MTC E 107.



FUENTE: Elaboración propia.

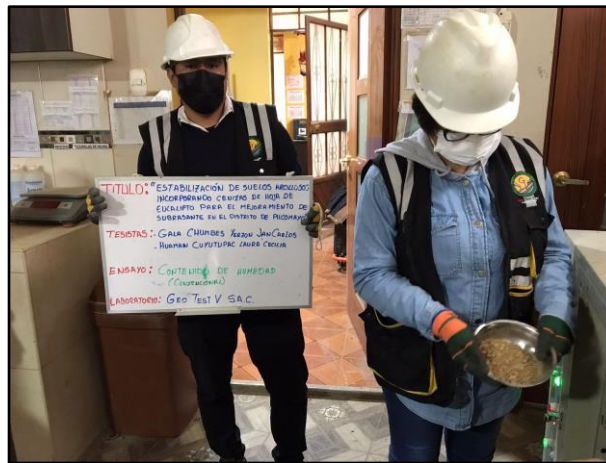
**Fotografía N° 2:** Ensayo de análisis granulométrico, separación de material por tamaño de partículas método de tamizado, según referencia de la norma MTC E 107.



FUENTE: Elaboración propia.

## 2. CONTENIDO DE HUMEDAD

**Fotografía N° 3:** Ensayo para determinar el contenido humedad del suelo, según referencia de la norma MTC E 108.



FUENTE: Elaboración propia.

## 3. MALLA N°200

**Fotografía N° 4:** Ensayo del material más fino que pasa por el tamiz N°200, según referencia de la norma MTC E 202.



FUENTE: Elaboración propia.

#### 4. LÍMITES DE ATTERBERG

**Fotografía N° 5:** Ensayo de Limite Líquido convencional, según referencia de la norma MTC E 110.



**FUENTE:** Elaboración propia.

**Fotografía N° 6:** Ensayo de Limite Líquido con adición de 5% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 110.



**FUENTE:** Elaboración propia.

**Fotografía N° 7:** Ensayo de Limite Líquido con adición de 10% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 110.



**FUENTE:** Elaboración propia.

**Fotografía N° 8:** Ensayo de Limite Líquido con adición de 15% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 110.



**FUENTE:** Elaboración propia.

**Fotografía N° 9:** Ensayo de Limite Plástico convencional, según referencia de la norma MTC E 111.



**FUENTE:** Elaboración propia.

**Fotografía N° 10:** Ensayo de Limite Plástico adición de 5% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 111.



**FUENTE:** Elaboración propia.

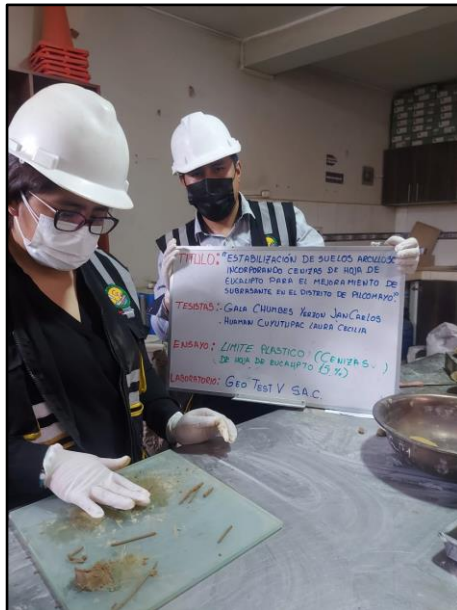


**Fotografía N° 11:** Ensayo de Limite Plástico adición de 10% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 111.



**FUENTE:** Elaboración propia.

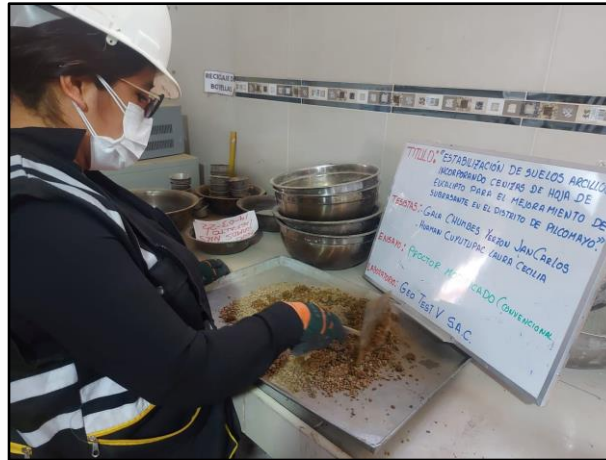
**Fotografía N° 12:** Ensayo de Limite Plástico adición de 15% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 111.



**FUENTE:** Elaboración propia.

## 5. PROCTOR MODIFICADO

**Fotografía N° 13:** Homogenización del material convencional dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, según referencia de la norma MTC E 115.



FUENTE: Elaboración propia.

**Fotografía N° 14:** Apisonamiento del material convencional dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, según referencia de la norma MTC E 115.



FUENTE: Elaboración propia.



**Fotografía N° 15:** Apisonamiento del material con adición de 5% de cenizas de hoja de eucalipto dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, según referencia de la norma MTC E 115.



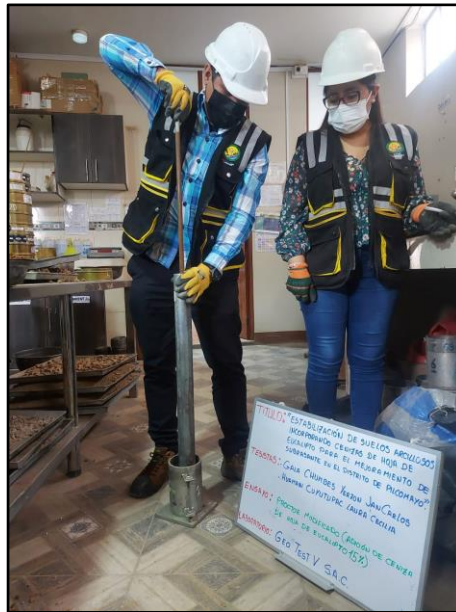
**FUENTE:** Elaboración propia.

**Fotografía N° 16:** Apisonamiento del material con adición de 10% de cenizas de hoja de eucalipto dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, según referencia de la norma MTC E 115.



**FUENTE:** Elaboración propia

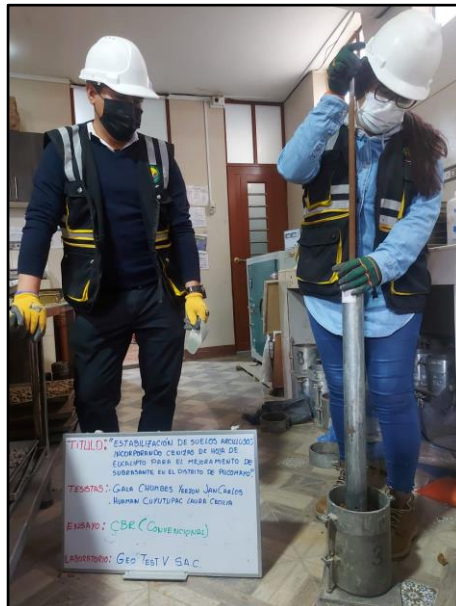
**Fotografía N° 17:** Apisonamiento del material con adiconamiento de 15% de cenizas de hoja de eucalipto dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, según referencia de la norma MTC E 115.



FUENTE: Elaboración propia

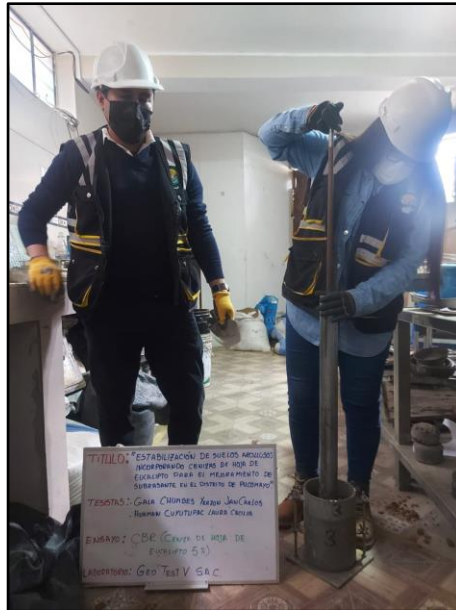
## 6. ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

**Fotografía N° 18:** Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, en el segundo molde por 25 golpes y en el tercer molde 12 golpes, según referencia de la norma MTC E 132.



FUENTE: Elaboración propia.

**Fotografía N° 19:** Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, en el segundo molde por 25 golpes y en el tercer molde 12 golpes con 5% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 132.



**FUENTE:** Elaboración propia.

**Fotografía N° 20:** Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, en el segundo molde por 25 golpes y en el tercer molde 12 golpes con adición 10% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 132.



**FUENTE:** Elaboración propia.

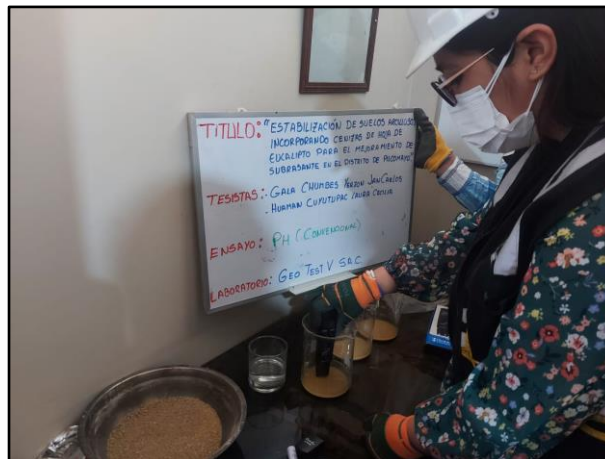
**Fotografía N° 21:** Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, en el segundo molde por 25 golpes y en el tercer molde 12 golpes con adición 15% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 132.



**FUENTE:** Elaboración propia.

## 7. ANALISIS DE PH DEL SUELO

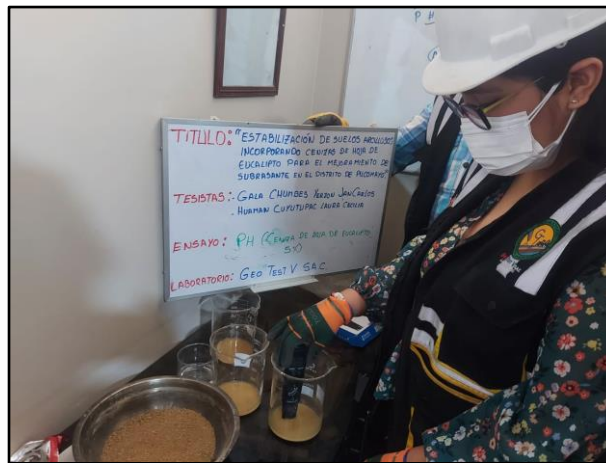
**Fotografía N° 22:** Análisis de PH del suelo convencional, según referencia de la norma MTC E 129.



**FUENTE:** Elaboración propia.

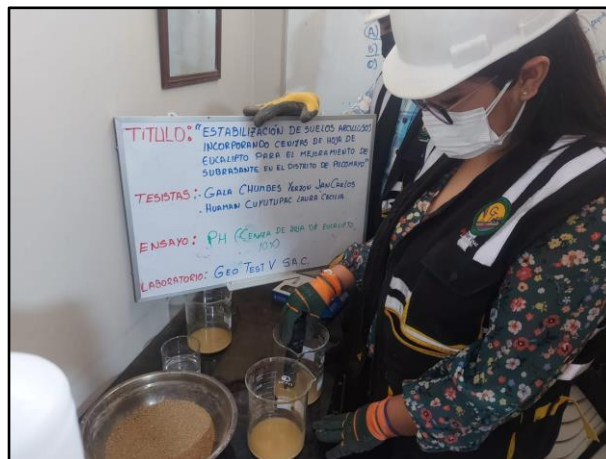


**Fotografía N° 23:** Análisis del ensayo de preparación de PH del suelo con adición de 5% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 129.



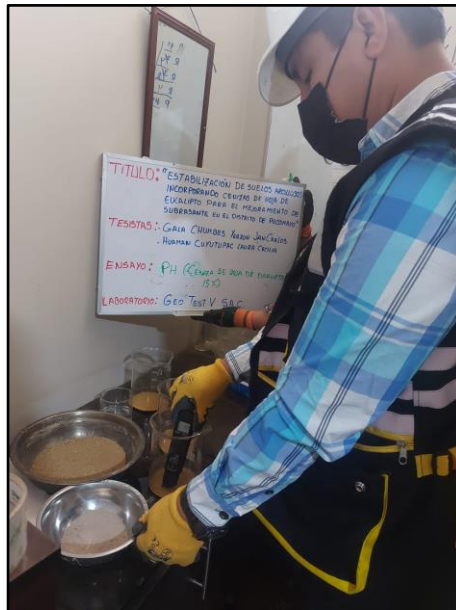
**FUENTE:** Elaboración propia.

**Fotografía N° 24:** Análisis del ensayo de preparación de PH del suelo con adición de 10% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 129.



**FUENTE:** Elaboración propia.

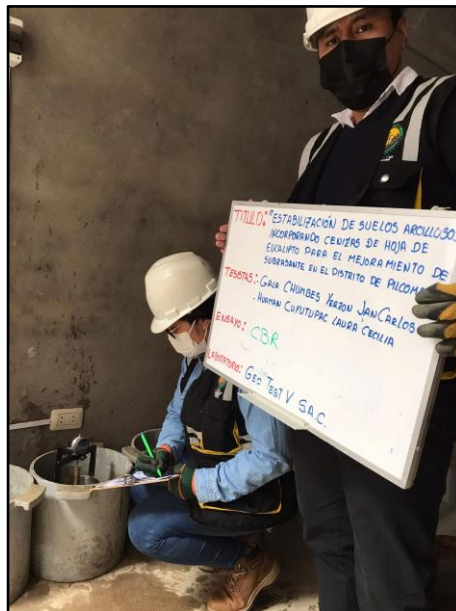
**Fotografía N° 25:** Análisis del ensayo de preparación de PH del suelo con adición de 15% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 129.



FUENTE: Elaboración propia.

## 8. LECTURA DE EXPANSIÓN

**Fotografía N° 26:** Sumergido de los moldes por 96 horas siendo medido la expansión cada 24 horas convencional, según referencia de la norma MTC E 132.



FUENTE: Elaboración propia.

**Fotografía N° 27:** Sumergido de los moldes por 96 horas siendo medido la expansión cada 24 horas con adición de 5%, 10% y 15% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 132.



FUENTE: Elaboración propia.

## 9. LECTURA DE PENETRACIÓN (CBR)

**Fotografía N° 28:** Ensayo para la determinación de un índice de resistencia del suelo, Lectura de penetración en el dial, 0.025 plg a 0.500 plg convencional, según referencia de la norma MTC E 132.



FUENTE: Elaboración propia.

**Fotografía N° 29:** Ensayo para la determinación de un índice de resistencia del suelo, registro de penetración en el dial, 0.025 plg a 0.500 plg con adición de 5% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 132.



**FUENTE:** Elaboración propia.

**Fotografía N° 30:** Ensayo para la determinación de un índice de resistencia del suelo, registro de penetración en el dial, 0.025 plg a 0.500 plg con adición de 15% de cenizas de hoja de eucalipto, según referencia de la norma MTC E 132.



**FUENTE:** Elaboración propia