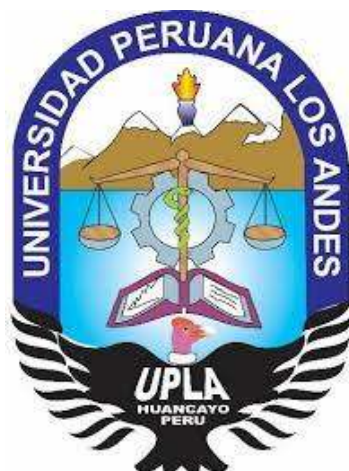


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA  
ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES  
PLÁSTICAS.**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. Alexander Gonzalo Quispe Riveros**

**Línea de Investigación Institucional:**

Transporte y urbanismo.

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO – PERÚ**

**2020**



**PAGINA DEL ASESOR**

---

**Mg. Ing. Janet Yéssica Andía Arias**  
**ASESORA METODOLÓGICA**

---

**Ing. Javier Reynoso Oscanoa**  
**ASESOR TEMÁTICO**

## **DEDICATORIA**

**La presente investigación está dedicada a mi esposa e hijos, padres, hermanos, amigos e Ingenieros que aportaron en mi vida profesional y como persona.**

## **AGRADECIMIENTO**

A DIOS por permitirme un día más de vida y hacerme más fuerte contra las adversidades que hoy aqueja a nuestra sociedad.

A mis padres por su amor y paciencia infinita para conmigo.

A mi esposa por su amor y apoyarme siempre en todo.

A mis hijos por recordarme día a día que no existe en mí el conformismo.

A mis hermanos por haberme brindado un poquito de su tiempo, enseñanza y amor.

A mi Universidad Peruana los Andes que me formo intelectualmente capacitado y que hoy cumpla el objetivo que me he trazado desde un inicio.

A los Ingenieros que me ayudaron a enriquecer mis conocimientos y es posible esta investigación

En general a todo los que aportaron de manera directa o indirecta a la realización del presente trabajo de graduación.

## HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

---

**Dr. Casio A. Torres López**

**PRESIDENTE**

---

**Ing. Rando Porras Olarte**

**JURADO**

---

**Ing. Nataly Lucía Cordova Zorrilla**

**JURADO**

---

**Ing. Vladimir Ordoñez Camposano**

**JURADO**

---

**Mg. Miguel Ángel Carlos Canales.**

**SECRETARIO DOCENTE**

# INDICE

|   |     |
|---|-----|
| <b>AGRADECIMIENTO</b> .....                                 | iv  |
| <b>HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS</b> .....             | v   |
| <b>INDICE</b> .....   | vi  |
| <b>INDICE DE TABLAS</b> .....                               | x   |
| <b>INDICE DE FIGURAS</b> .....                              | xii |
| <b>RESUMEN</b> .....  | xiv |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                       | xv  |
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....                                   | xvi |
| <b>CAPITULO I:</b> .....                                    | 18  |
| <b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....                   | 18  |
| <b>1.1 Planteamiento del Problema</b> .....                 | 18  |
| <b>1.2 Formulación y sistematización del problema</b> ..... | 23  |
| <b>1.2.1 Problema General</b> .....                         | 23  |
| <b>1.2.2 Problema(s) Específico(s)</b> .....                | 23  |
| <b>1.3 Justificación</b> .....                              | 24  |
| <b>1.3.1 Practica o Social REFORMULAR</b> .....             | 24  |
| <b>1.3.2 Metodológica</b> .....                             | 24  |
| <b>1.4 Delimitaciones</b> .....                             | 24  |
| <b>1.4.1 Espacial</b> .....                                 | 24  |
| <b>1.4.2 Temporal</b> .....                                 | 26  |
| <b>1.4.3 Económica</b> .....                                | 27  |
| <b>1.5 Limitaciones</b> .....                               | 27  |
| <b>1.5.1 Espacial</b> .....                                 | 27  |
| <b>1.5.2 Temporal</b> .....                                 | 27  |
| <b>1.5.3 De recursos</b> .....                              | 27  |
| <b>1.6 Objetivos</b> .....                                  | 27  |
| <b>1.6.1 Objetivo General</b> .....                         | 27  |
| <b>1.6.2 Objetivo(s) Específico(s)</b> .....                | 28  |
| <b>CAPITULO II:</b> .....                                   | 29  |
| <b>MARCO TEÓRICO</b> .....                                  | 29  |
| <b>2.1 Antecedentes</b> .....                               | 29  |
| <b>2.1.1 Internacionales</b> .....                          | 29  |
| <b>2.1.2 Nacionales</b> .....                               | 31  |
| <b>2.2 Marco conceptual</b> .....                           | 34  |
| <b>2.2.1 Suelos</b> .....                                   | 34  |

|                          |  |           |
|--------------------------|--|-----------|
| <b>2.2.2</b>             | <b>Propiedades Físicas de los Suelos.....</b>  | <b>40</b> |
| <b>2.2.3</b>             | <b>Propiedades Mecánicas de los Suelos .....</b>   | <b>53</b> |
| <b>2.2.4</b>             | <b>Subrasante.....</b>   | <b>57</b> |
| <b>2.2.5</b>             | <b>Estabilización de Suelos para pavimentos.....</b>   | <b>60</b> |
| <b>2.2.6</b>             | <b>Estiércol.....</b>  | <b>64</b> |
| <b>2.3</b>               | <b>Definición de términos .....</b>  | <b>66</b> |
| <b>2.3.1</b>             | <b>Ceniza .....</b>  | <b>66</b> |
| <b>2.3.2</b>             | <b>Boñiga.....</b>   | <b>66</b> |
| <b>2.3.3</b>             | <b>Ceniza de Boñiga (CB).....</b>  | <b>66</b> |
| <b>2.4</b>               | <b>Hipótesis .....</b>   | <b>66</b> |
| <b>2.4.1</b>             | <b>Hipótesis General .....</b>   | <b>66</b> |
| <b>2.4.2</b>             | <b>Hipótesis Especifica(s).....</b>  | <b>67</b> |
| <b>2.5</b>               | <b>Variables .....</b>   | <b>67</b> |
| <b>2.5.1</b>             | <b>Definición conceptual de la variable.....</b>   | <b>67</b> |
| <b>2.5.1.1</b>           | <b>Variable Independiente (X) Ceniza de boñiga:.....</b>   | <b>67</b> |
| <b>2.5.1.2</b>           | <b>Variable Dependiente (Y) Estabilización de subrasantes plásticas:....</b>   | <b>67</b> |
| <b>2.5.2</b>             | <b>Definición operacional de la variable .....</b>   | <b>68</b> |
| <b>2.5.2.1</b>           | <b>Ceniza de boñiga .....</b>  | <b>68</b> |
| <b>2.5.2.2</b>           | <b>Estabilización de subrasantes plásticas.....</b>  | <b>68</b> |
| <b>2.5.3</b>             | <b>Operacionalización de la variable.....</b>  | <b>69</b> |
| <b>CAPITULO III:</b>     | <b>.....</b>   | <b>70</b> |
| <b>METODOLOGÍA .....</b> | <b>.....</b>   | <b>70</b> |
| <b>3.1</b>               | <b>Método de investigación.....</b>  | <b>70</b> |
| <b>3.2</b>               | <b>Tipo de investigación.....</b>  | <b>70</b> |
| <b>3.3</b>               | <b>Nivel de investigación.....</b>   | <b>71</b> |
| <b>3.4</b>               | <b>Diseño de investigación .....</b>   | <b>71</b> |
| <b>3.4.1</b>             | <b>Fase 1: Ubicamos e identificamos un problema existente en una vía, extracción de la muestra patrón y elección del material a solucionar el problema existente. ....</b>         | <b>74</b> |
| <b>3.4.2</b>             | <b>Fase 2: exploración de 3 puntos de investigación en la vía. ....</b>  | <b>76</b> |
| <b>3.4.3</b>             | <b>Fase 3: Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la muestra patrón (MP), muestra patrón con aplicación de ceniza de boñiga (CB) en 1%, 3% y 5% del peso seco. ....</b> | <b>77</b> |
| <b>3.4.3.1</b>           | <b>Propiedades Físicas.....</b>  | <b>77</b> |
| <b>3.4.3.2</b>           | <b>Propiedades Mecánicas .....</b>   | <b>81</b> |
| <b>3.5</b>               | <b>Población y muestra.....</b>  | <b>83</b> |
| <b>3.5.1</b>             | <b>Población.....</b>  | <b>83</b> |



|                          |   |            |
|--------------------------|---|------------|
| <b>3.5.2</b>             | <b>Muestra .....</b>  | <b>84</b>  |
| <b>3.6</b>               | <b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....</b>   | <b>86</b>  |
| <b>3.6.1</b>             | <b>Recolección de información.....</b>  | <b>86</b>  |
| <b>3.6.2</b>             | <b>Observación directa .....</b>  | <b>87</b>  |
| <b>3.6.3</b>             | <b>Revisión bibliográfica.....</b>  | <b>88</b>  |
| <b>3.6.4</b>             | <b>Pruebas estandarizadas .....</b>   | <b>88</b>  |
| <b>3.6.4.1</b>           | <b>Método de Ensayo para el análisis granulométrico (Norma Técnica Peruana 339.128-1999 (revisada 2019)) .....</b>                  | <b>88</b>  |
| <b>3.6.4.2</b>           | <b>Límite líquido (Norma Técnica Peruana 339.129-1999 (revisada 2019)) .....</b>  | <b>90</b>  |
| <b>3.6.4.3</b>           | <b>Limite plástico (Norma Técnica Peruana 339.129-1999 (revisada 2019)).....</b>  | <b>93</b>  |
| <b>3.6.4.4</b>           | <b>Contenido de Humedad (Norma Técnica Peruana 339.127-1998 (revisada 2019)).....</b>   | <b>95</b>  |
| <b>3.6.4.5</b>           | <b>Clasificación SUCS (Norma Técnica Peruana 339.134-1999 (revisada 2019)).....</b>   | <b>97</b>  |
| <b>3.6.4.6</b>           | <b>Clasificación AASHTO (Norma Técnica Peruana 339.135-1999 (revisada 2019)).....</b>   | <b>98</b>  |
| <b>3.6.4.7</b>           | <b>Proctor Modificado MTC E 115.....</b>  | <b>99</b>  |
| <b>3.6.4.8</b>           | <b>CBR - MTC E 132.....</b>   | <b>102</b> |
| <b>3.6.5</b>             | <b>Trabajo de campo.....</b>  | <b>105</b> |
| <b>3.7</b>               | <b>Procesamiento de la información.....</b>   | <b>106</b> |
| <b>3.7.1</b>             | <b>Extracción de la muestra .....</b>   | <b>106</b> |
| <b>3.7.2</b>             | <b>Toma de muestra de la ceniza de boñiga.....</b>  | <b>106</b> |
| <b>3.7.3</b>             | <b>Ensayo de laboratorio .....</b>  | <b>107</b> |
| <b>3.7.3.1</b>           | <b>Análisis granulométrico .....</b>  | <b>107</b> |
| <b>3.7.3.2</b>           | <b>Límites de Atterberg.....</b>  | <b>107</b> |
| <b>3.7.3.3</b>           | <b>Clasificación de Suelos .....</b>  | <b>107</b> |
| <b>3.7.3.4</b>           | <b>Proctor Modificado.....</b>  | <b>108</b> |
| <b>3.7.3.5</b>           | <b>Ensayo de CBR (California Bearing Ratio) .....</b>   | <b>108</b> |
| <b>3.8</b>               | <b>Técnicas y análisis de datos .....</b>   | <b>108</b> |
| <b>CAPITULO IV:.....</b> |   | <b>110</b> |
| <b>RESULTADOS.....</b>   |   | <b>110</b> |
| <b>4.1</b>               | <b>Propiedades Físicas .....</b>  | <b>111</b> |
| <b>4.1.1</b>             | <b>Efecto de la aplicación de ceniza de boñiga (CB) en el contenido de humedad de la estabilización de subrasante plástica.....</b> | <b>111</b> |

|              |  |             |
|--------------|--|-------------|
| <b>4.1.2</b> | <b>Efecto de la aplicación de ceniza de boñiga (CB) en el Análisis Granulométrico de la estabilización de la subrasante.</b>       | <b>112</b>  |
| <b>4.1.3</b> | <b>Efecto de la aplicación de porcentaje de ceniza de boñiga en el límite líquido de la estabilización de subrasante plástica</b>  | <b>115</b>  |
| <b>4.1.4</b> | <b>Efecto de la aplicación de porcentaje de ceniza de boñiga en el límite plástico de la estabilización de subrasante plástica</b> | <b>116</b>  |
| <b>4.1.5</b> | <b>Resultado del efecto de la CB en el índice de plasticidad de la estabilización de la subrasante plástica</b>                    | <b>118</b>  |
| <b>4.1.6</b> | <b>Efecto de La aplicación % ceniza de boñiga en la muestra patrón según SUCS y ASSTHO</b>   | <b>120</b>  |
| <b>4.2</b>   | <b>Propiedades Mecánicas</b>   | <b>121</b>  |
| <b>4.2.1</b> | <b>Proctor Modificado</b>  | <b>121</b>  |
| <b>4.2.2</b> | <b>CBR (California Bearing Ratio)</b>  | <b>122</b>  |
| <b>4.3</b>   | <b>Prueba de hipótesis</b>   | <b>124</b>  |
| <b>4.3.1</b> | <b>Contrastación de hipótesis específica 1</b>   | <b>124</b>  |
| <b>4.3.2</b> | <b>Contrastación de hipótesis específica 2</b>   | <b>127</b>  |
|              | <b>CAPITULO V:</b>   | <b>130</b>  |
|              | <b>DISCUSION DE RESULTADOS</b>   | <b>130</b>  |
|              | <b>CONCLUSIONES</b>  | <b>138</b>  |
|              | <b>RECOMENDACIONES</b>   | <b>139</b>  |
|              | <b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>  | <b>140</b>  |
|              | <b>ANEXO</b>   | <b>1433</b> |

## INDICE DE TABLAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 1. Característica textural de la provincia de Huancayo.....  | 19  |
| Tabla 2. Población Pecuaria por especie.....   | 22  |
| Tabla 3. Densidad de Suelos Minerales Importantes.....   | 40  |
| Tabla 4. Clasificación de suelos según Tamaño de partículas.....   | 40  |
| Tabla 5. Tamaño de malla estándar en Estados Unidos.....   | 41  |
| Tabla 6. Tamaño de malla.....  | 41  |
| Tabla 7. Tamices de malla cuadrada.....  | 42  |
| Tabla 8. Tabla de plasticidad.....   | 47  |
| Tabla 9. Clasificación de Suelos y Mezclas de Suelo-Agregado.....  | 49  |
| Tabla 10. Clasificación de Suelos y Mezclas de Suelo-Agregado, parte 2.....                                    | 49  |
| Tabla 11. Sistema unificado de clasificación de suelos – SUCS (Unified soil classification system - Uscs)..... | 51  |
| Tabla 12. Especificaciones de la prueba Proctor modificada (Basadas en Norma ASTM Prueba 1577).....            | 55  |
| Tabla 13. Clasificación según tamaño de partículas.....  | 58  |
| Tabla 14. Clasificación según su plasticidad.....  | 58  |
| Tabla 15. Correlación de suelos AASHTO - SUCS.....   | 59  |
| Tabla 16. Categorías de subrasante.....  | 59  |
| Tabla 17. Composición de Estiércol y obtención de la ceniza de boñiga.....                                     | 65  |
| Tabla 18. Población Pecuaria por especie según región.....   | 65  |
| Tabla 19. Operacionalización de variables.....   | 69  |
| Tabla 20. Diseño de la investigación.....  | 72  |
| Tabla 21. Descripción y datos de la vía.....   | 74  |
| Tabla 22. Tipo de vía y puntos de investigación.....   | 76  |
| Tabla 23. Perfil estratigráfico de las calicatas de investigación.....   | 76  |
| Tabla 24. Tamaño de partícula y masa mínima recomendada para el ensayo de contenido de humedad.....            | 77  |
| Tabla 25. Partícula máxima y masa a usar para el ensayo.....   | 79  |
| Tabla 26. Resumen de ensayos a realizar a la muestra patrón.....   | 84  |
| Tabla 27. Tamaño de tamices usados.....  | 89  |
| Tabla 28. Tipo de tratamiento y análisis de datos a las variables.....   | 109 |
| Tabla 29. Consolidado del CH presente en la MP y MP+1%, 3% y 5% CB respectivamente.....                        | 111 |
| Tabla 30. Consolidado de Análisis granulométrico.....  | 112 |
| Tabla 31. Distribución granulométrica en cada aplicación de %CB a la MP.....                                   | 113 |
| Tabla 32. Consolidado de resultados del límite líquido.....  | 115 |
| Tabla 33. Consolidado de resultados del límite plástico.....   | 116 |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Tabla 34. Consolidado de resultados del índice de plasticidad .....</b>                 | <b>118</b> |
| <b>Tabla 35. Resultados de la clasificación por SUCS y ASSTHO.....</b>                     | <b>120</b> |
| <b>Tabla 36. Consolidado de resultados del Proctor Modificado .....</b>                    | <b>121</b> |
| <b>Tabla 37. Consolidado de resultados del CBR encontrados, aplicando %CB a la MP ....</b> | <b>122</b> |

## INDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Problema existente en la vía de estudio. ....   | 20 |
| Figura 2. Fallas existentes en la vía .....   | 21 |
| Figura 3. Acopio de la ceniza de boñiga.....  | 23 |
| Figura 4. Ubicación y Localización.....   | 25 |
| Figura 5. Zona de Estudio .....   | 26 |
| Figura 6. Vía de estudio, L=150 m.....  | 26 |
| Figura 7. (a) Sílice tetraédrico, (b) lámina de sílice, (c) lámina de aluminio octaédrico, (d) lámina octaédrica (gibbsita), lámina de sílice gibbsita elemental..... | 38 |
| Figura 8. Diagrama de las estructuras de (a) caolinita; (b) ilita; (c) Montmorillonita.....   | 39 |
| Figura 9. Capa doble difusa. ....   | 39 |
| Figura 10. Curva de distribución del tamaño de partículas (curvas granulométricas).....   | 42 |
| Figura 11. Estados por los que pasa el suelo.....   | 44 |
| Figura 12. Dispositivo de Límite Líquido .....  | 45 |
| Figura 13. Imagen del momento de la obtención del límite líquido.....   | 45 |
| Figura 14. Formando los Cilindros para la plasticidad.....  | 46 |
| Figura 15. Principio de compactación.....   | 53 |
| Figura 16. Correlación entre AASHTO M-145, Clasificación SUCS y CBR.....  | 56 |
| Figura 17. Flujo del diseño de investigación.....   | 73 |
| Figura 18. Localización, problemática, extracción de la MP y CB.....  | 75 |
| Figura 19. Secado de la muestra en horno.....   | 78 |
| Figura 20. Ensayo de Análisis granulométrico.....   | 79 |
| Figura 21. Ensayo de Límite Líquido.....  | 80 |
| Figura 22. Ensayo del límite plástico.....  | 81 |
| Figura 23. Ensayo de Proctor modificado.....  | 82 |
| Figura 24. Ensayo de penetración de CBR.....  | 83 |
| Figura 25. Localización de la Calle sin nombre de la Asociación Tupac Amaru .....   | 84 |
| Figura 26. Estrato existente en la Calicata 1 .....   | 85 |
| Figura 27. Extracción de muestra para el perfil estratigráfico.....   | 85 |
| Figura 28. Extracción de la muestra patrón de la calicata 1.....  | 86 |
| Figura 29. Acopio, Combustión y obtención de CB .....   | 87 |
| Figura 30. Presenciando la extracción de la MP y obtención de la CB.....  | 87 |
| Figura 31. Realizando el tamizado respectivo de la MP y 3% de CB. ....  | 90 |
| Figura 32. Ensayo de límite líquido en la copa de Casagrande.....   | 91 |
| Figura 33. Colocación, ranurado y Aplicación de los golpes con el manubrio a la muestra colocada en la copa de Casagrande. ....                                       | 93 |
| Figura 34. Enrollando a 3.2 mm. ....  | 95 |
| Figura 35. Colocación para el secado en horno de la MP y MP+1%, 3% y 5%. ....   | 97 |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Figura 36. Ensayo de Proctor Modificado.....</b>  | <b>101</b> |
| <b>Figura 37. Ensayo de penetración para CBR a la MP + 3% de CB .....</b>  | <b>105</b> |
| <b>Figura 38. Extracción de MP de la C1. ....</b>  | <b>106</b> |
| <b>Figura 39. Obtención de la CB después de la combustión.....</b>   | <b>107</b> |
| <b>Figura 40. Grafica de consolidado de contenido de humedad .....</b>   | <b>111</b> |
| <b>Figura 41. Curva de distribución de tamaño de partícula. ....</b>   | <b>113</b> |
| <b>Figura 42. Resultado de la distribución granulométrica encontrando en casa aplicación de %CB a la MP.....</b> | <b>114</b> |
| <b>Figura 43. Resultado del límite líquido encontrados aplicando %CB a la MP .....</b>                           | <b>115</b> |
| <b>Figura 44. Tendencia del límite líquido.....</b>  | <b>116</b> |
| <b>Figura 45. Resultado del límite plástico encontrados aplicando %CB a la MP .....</b>                          | <b>117</b> |
| <b>Figura 46. Tendencia del límite plástico. ....</b>  | <b>117</b> |
| <b>Figura 47. Resultado del índice de plasticidad encontrados aplicando %CB a la MP .....</b>                    | <b>118</b> |
| <b>Figura 48. Tendencia del índice de plasticidad. ....</b>  | <b>119</b> |
| <b>Figura 49. Resultado del ensayo de Proctor Modificado encontrados aplicando %CB a la MP. ....</b>             | <b>121</b> |
| <b>Figura 50. Consolidado de resultados y tendencia de CBR (%)......</b>   | <b>123</b> |

## RESUMEN

Para la presente investigación el problema general fue ¿Cuál es la influencia de la aplicación de ceniza de boñiga en la estabilización en subrasantes plásticas?; el objetivo general fue: Analizar la influencia de la aplicación de ceniza de boñiga en la estabilización en subrasantes plásticas, en donde la hipótesis general fue: La aplicación de la ceniza de boñiga es efectiva para la estabilización en subrasantes plásticas.

El método de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue aplicativo, donde tuvo un nivel de investigación correlacional, el cual fue un diseño cuasi experimental. La población en la presente investigación fue tres calicatas (C1, C2 y C3) de la subrasante plástica de 500 Kg de la Calle sin Nombre de la progresiva 0+000 km a 0+150 km, ubicado en el sector de Torre Torre, Asociación Túpac Amaru II, de la Provincia de Huancayo, Región Junín; la muestra patrón (MP) La muestra para la presente investigación de la población fue la calicata C1 siendo la muestra patrón (MP), el cual es una subrasante plástica, obtenida utilizando el tipo de muestreo no probabilístico, por conveniencia.

La conclusión obtenida del estudio de investigación es que al aplicar % de CB a la MP ofrece resultados óptimos en la estabilización en subrasantes plásticas.

**Palabras claves: Ceniza de boñiga, propiedades físicas y mecánicas y estabilización de subrasantes plásticas.**

## ABSTRACT

For the present investigation, the general problem was: What is the influence of the dung ash application on the stabilization in plastic subgrade ?; The general objective was: To analyze the influence of the dung ash application on the stabilization in plastic subgrade, where the general hypothesis was: The dung ash application is effective for the stabilization in plastic subgrade.

The research method was scientific, the type of research was applicative, where it had a correlational research level, which was a quasi-experimental design. The population in the present investigation was three pits (C1, C2 and C3) of the plastic subgrade of 500 Kg of the Calle sin Nombre of the progressive 0 + 000 km to 0 + 150 km, located in the sector of Torre Torre, Asociación Túpac Amaru II, from the Province of Huancayo, Junín Region; The standard sample (MP) The sample for the present investigation of the population was the C1 pit being the standard sample (MP), which is a plastic subgrade, obtained using the non-probabilistic type of sampling, for convenience.

The conclusion obtained from the research study is that applying% CB to the PM offers optimal stabilization results in plastic subgrade.

**Key words: Dung ash, physical and mechanical properties and highly plastic subgrade stabilization.**



## INTRODUCCIÓN

La ingeniería Civil, siempre tiene presente a la hora de realizar una pavimentación en carreteras múltiples características que se encuentran a nivel de la subrasante in situ, en donde se plantea colocar el paquete estructural. Nos referimos específicamente a las subrasantes plásticas las cuales se caracterizan por la presencia de arcillas en mayor o menor medida, con características diferenciadas, estos en contacto con el agua tienden a reaccionar bruscamente a los cambios de volúmenes altos entre los estados húmedos y secos.

Es así que al evidenciar este problema se procede a darle soluciones, las cuales ya están normadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), que son las estabilizaciones mecánicamente, por sustitución, por combinación de suelos, adición de cemento, cal, cloruro de sodio, cloruro de calcio, cloruro de magnesio, productos asfálticos, escoria y otros, de acuerdo a un análisis previo de suelo en estudio para una correcta elección. Siendo este proceso de gran importancia ya que mejorara las propiedades físicas y mecánicas de una subrasante plástica.

Para la presente investigación, se aplicó un material no convencional como la ceniza de boñiga, teniéndose antecedentes de otras investigaciones de la utilización de cenizas de cascara de arroz, la cual es la aplicación de la ceniza de boñiga para la estabilización de subrasantes plásticas (SRP), teniendo claro que la subrasante debe cumplir las características mínimas según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), la Norma CE.010 de Pavimentos Urbanos, asimismo los suelos que componen la subrasante deben estar sujetos a los parámetros de estudio de acuerdo a la Norma Técnica Peruana (NTP).

Para la presente investigación se tiene la siguiente estructura:

**Capítulo I:** En este capítulo se desarrolla el planteamiento del problema; formulación y sistematización del problema general y específicos; justificación Práctica o social y metodológica; delimitaciones espacial, temporal y económico; limitación espacial, temporal y recursos; por último los objetivos generales y específicos.

**Capítulo II:** Este capítulo comprende el marco teórico, antecedentes internacionales y nacionales, marco conceptual (suelos, propiedades físicas y mecánicas de los suelos, subrasante, estabilización de suelos para pavimentos y estiércol), definición de términos (ceniza, boñiga y ceniza de boñiga), hipótesis general y específicas, variables independiente y dependiente y operacionalización de la variable.

**Capítulo III:** Aquí en este capítulo se da a conocer la metodología usada en la presente tesis, en donde se describe el tipo, nivel y diseño de investigación como la población, muestra, técnicas e instrumentos, procesamiento de la información, técnicas e instrumentos de recolección de datos y para finalizar el capítulo el análisis de datos usados.

**Capítulo IV:** Es aquí donde se muestra los resultados obtenidos a partir del problema presente en la investigación y los objetivos trazados.

**Capítulo V:** En este capítulo se explica la discusión de los resultados y esto en referencia a los antecedentes de investigaciones tanto internacional como nacional presentes en la tesis.

Finalmente se desarrolla las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas, matriz operacional y anexos (ensayos de laboratorio de la ceniza de boñiga y muestra patrón como Análisis granulométrico, límites de consistencia, clasificación SUCS y AASHTO, Proctor modificado, capacidad de soporte y certificado de calidad de laboratorio).

# **CAPITULO I:**

## **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Planteamiento del Problema**

En el mundo se cuenta con diferentes tipos de suelos presentes en el ámbito vial, en donde se asentará el paquete estructural, como son las subrasantes plásticas. Nuestra región Junín no es ajena a ello y cuenta con una variedad de suelos, dentro de ello esta los suelos plásticos presentes en las subrasantes de las vías terrestres nacionales, departamentales y vecinales, como una parte estructural del pavimento, generándose en dichas vías una deficiencia en su respuesta al no cumplir con las cualidades en sus propiedades físicas y mecánicas, esto surge al no atender oportunamente la estabilización de las subrasantes plásticas, por consiguiente continuaremos teniendo vías en mal estado por la presencia de fallas a lo largo de las vías, frente a estas consideraciones las cuales deben ser tomadas en cuenta para el uso correcto en la subrasante. Al no hacerlas traerá dificultades las cuales se expresarán en escaso desarrollo económico de la población debido al poco tránsito de vehículos, los cuales optaran otra vía para llegar a su destino,

mayor costo en el mantenimiento de la vía y de los vehículos que transitan constantemente por la vía en mal estado.

**Tabla 1. Característica textural de la provincia de Huancayo**

| Textura de suelo         | Color de textura | Distritos que se encuentran dentro del valle del río Mantaro |            |           |        |             |            |       |
|--------------------------|------------------|--|------------|-----------|--------|-------------|------------|-------|
|                          |                  | Huancayo   | Huayucachi | Pilcomayo | Pucará | San Agustín | S. Jer. T. | Saños |
|                          |                  | Numero de muestras analizadas                                |            |           |        |             |            |       |
|                          |                  | 103  | 18         | 5         | 41     | 6           | 7          | 6     |
|                          |                  | Porcentaje de las muestras tomadas                           |            |           |        |             |            |       |
| Arcilloso                | A                | 14.56  | -          | 40        | 12.2   | -           | -          | -     |
| Arcilloso arenoso        | Aa               | -  | 5.56       | -         | -      | -           | -          | -     |
| Franco Arcilloso limoso  | FAL              | -  | -          | -         | 2.44   | -           | -          | -     |
| Franco Arcilloso         | FA               | 20.39  | -          | -         | 14.63  | 66.67       | 42.86      | 50    |
| Franco arcilloso arenoso | FAa              | 39.81  | 50         | 20        | 24.39  | -           | -          | 50    |
| Franco limoso            | FL               | 0.97   | -          | -         | -      | -           | -          | -     |
| Franco                   | F                | 3.89   | -          | -         | 4.88   | 16.67       | -          | -     |
| Franco arenoso           | Fa               | 15.53  | 38.89      | 40        | 41.46  | -           | 57.14      | -     |
| Arenosos francos         | aF               | 4.85   | -          | -         | -      | 16.67       | -          | -     |
| Arenoso                  | a                | -  | 5.56       | -         | -      | -           | -          | -     |

**Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Primera aproximación para la identificación de los diferentes tipos de suelo agrícola en el valle del río Mantaro, 2010**

La vía de estudio para la presente tesis es una vía en expansión, que no se encuentra en el plan de Desarrollo Urbano actual de Municipalidad provincial de Huancayo, está ubicado en el Sector de Torre Torre, del distrito de Huancayo, región Junín, en esta vía se puede evidenciar la presencia de fallas a lo largo de su longitud, esto debido a la existencia de suelos plásticos los cuales poseen una baja capacidad de soporte.

**Tesis** : Aplicación de ceniza de boñiga para la estabilización de subrasantes plásticas.

**Ubicación:** Asociación Túpac Amaru II

**Este** : 479957 m

**Norte** : 8666809 m

**Sector:** Torre Torre

**Progresiva:** 0 + 100 km



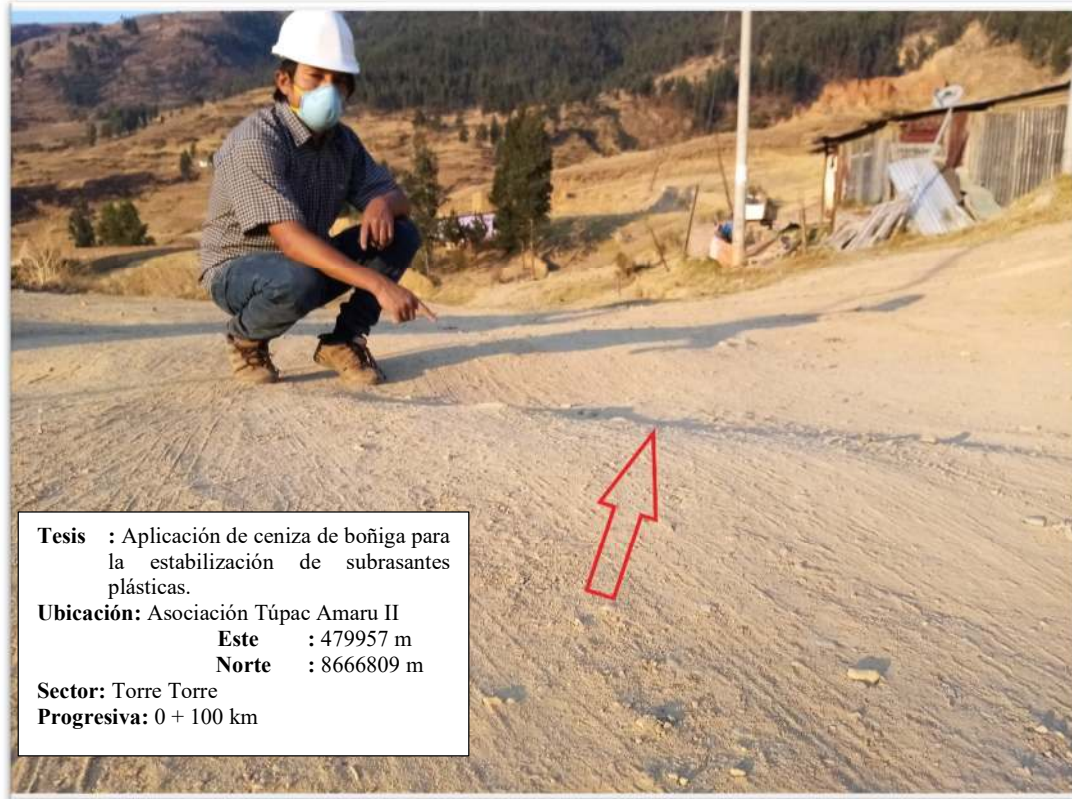
**Figura 1. Problema existente en la vía de estudio.**

**Fuente:** Elaboración propia.

Es sabido que la respuesta óptima del pavimento está sujeta en gran medida de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales (secretaría de comunicaciones y transportes Instituto mexicano del transporte - mecánica de materiales para pavimentos, 2002, p. 14). En este ámbito la ingeniería no se ha quedado con los brazos cruzados y siempre está en la búsqueda de nuevas técnicas para soluciones ante la presencia de subrasantes plásticas para así obtener una respuesta óptima a la hora de ser sometido a fuerzas dinámicas de transporte vial y externas.

La subrasante es parte importante del paquete estructural de pavimentos por lo mismo es la responsable de soportar las cargas. Si se tiene más información sobre la respuesta de la

subrasante, entonces se realizará un correcto diseño del paquete estructural de pavimentación (Becerra, Tópico de pavimentos de concreto, 2012, p. 54).



**Figura 2. Fallas existentes en la vía**  
**Fuente: Elaboración propia.**

El Perú ubica a la crianza del vacuno en el tercer lugar después del Ave y ovino, Junín a nivel nacional se coloca en el puesto quinto en crianza de vacuno, es así que por ser criadores de vacunos en grandes cantidades, el cual este nos proporciona boñiga una materia que a la fecha se ha visto utilizada en la fertilización de terrenos agrícolas, en estado seco como combustible en la preparación de alimentos en hogares de familias rurales, producto de esta combustión se obtiene la ceniza de boñiga (CB) la cual es

acopiada y posteriormente son desechadas (Ministerio de agricultura y Riego- “Anuario estadístico producción Pecuaria y Avícola”, 2017, p. 13).

**Tabla 2. Población Pecuaria por especie.**

| Región                 | Ave                | Alpaca           | Llama            | Caprino          | Ovino             | Porcino          | Vacuno           | Vacas en ordeño |
|------------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|-----------------|
| <b>TOTAL, NÁCIONAL</b> | <b>156 637 701</b> | <b>4 330 710</b> | <b>1 106 710</b> | <b>1 814 359</b> | <b>11 338 424</b> | <b>3 187 254</b> | <b>5 535 569</b> | <b>889114</b>   |
| Tumbes                 | 154270             | 0                | 0                | 62430            | 7580              | 30480            | 22350            | 389             |
| Piura                  | 6138251            | 79               | 0                | 345496           | 341213            | 169531           | 279247           | 24275           |
| Lambayeque             | 1868521            | 0                | 0                | 91548            | 68810             | 68810            | 113514           | 18913           |
| La Libertad            | 25241243           | 7851             | 0                | 98187            | 356486            | 113018           | 237507           | 43042           |
| Cajamarca              | 8399389            | 1180             | 0                | 99202            | 455567            | 297734           | 645182           | 162289          |
| Cajamarca              | 3444734            | 1180             | 0                | 66334            | 343654            | 89450            | 262247           | 97808           |
| Chota                  | 201457             | 0                | 0                | 20450            | 103320            | 104650           | 276310           | 59049           |
| Jaén                   | 2931988            | 0                | 0                | 12408            | 8593              | 103634           | 106625           | 5431            |
| Amazonas               | 1521527            | 0                | 0                | 12640            | 21744             | 85690            | 247610           | 74885           |
| Ancash                 | 2640336            | 10320            | 0                | 169610           | 672175            | 170334           | 305720           | 13463           |
| Lima                   | 58064430           | 46625            | 21904            | 167335           | 305462            | 460253           | 245851           | 76070           |
| Ica                    | 1476771442         | 0                | 0                | 78925            | 29996             | 54124            | 5124             | 11507           |
| Huánuco                | 1763395            | 6850             | 3530             | 102170           | 529453            | 405230           | 292412           | 32349           |
| Pasco                  | 141530             | 133225           | 44169            | 6173             | 698536            | 51993            | 119663           | 28427           |
| <b>Junín</b>           | <b>3554426</b>     | <b>91678</b>     | <b>59605</b>     | <b>10680</b>     | <b>1478438</b>    | <b>168586</b>    | <b>321586</b>    | <b>37386</b>    |
| Huancavelica           | 392876             | 252713           | 127731           | 171566           | 620737            | 174439           | 174439           | 12803           |
| Arequipa               | 19046592           | 421292           | 87181            | 20736            | 187138            | 95391            | 205693           | 75027           |
| Moquegua               | 60303              | 145310           | 38640            | 8347             | 49611             | 13482            | 23870            | 5297            |
| Tacna                  | 1184631            | 78245            | 28405            | 17155            | 36005             | 36232            | 1884             | 566             |
| Ayacucho               | 843901             | 209143           | 85162            | 204583           | 611215            | 106597           | 431096           | 29964           |
| Apurímac               | 307629             | 215050           | 72980            | 109650           | 455479            | 134847           | 296290           | 32433           |
| Abancay                | 189229             | 195470           | 54862            | 55420            | 314412            | 50902            | 189870           | 20537           |
| Andahuaylas            | 118400             | 19580            | 18120            | 54230            | 141067            | 83945            | 109420           | 11896           |
| Cusco                  | 1192249            | 674939           | 142064           | 37566            | 1422140           | 160173           | 423941           | 79822           |
| Puno                   | 1727180            | 2036210          | 394830           | 0                | 2950630           | 112320           | 721050           | 99130           |
| San Martín             | 4484888            | 0                | 0                | 0                | 7521              | 129292           | 213566           | 19453           |
| Loreto                 | 4158978            | 0                | 0                | 360              | 12800             | 85320            | 46870            | 1253            |
| Ucayali                | 6058039            | 0                | 0                | 0                | 10129             | 4963046870       | 45690            | 3920            |
| Madre de Dios          | 485976             | 0                | 0                | 0                | 9559              | 13750            | 56420            | 1352            |

**Fuente: Producción Agropecuaria y Avícola 2017 – Ministerio de Agricultura**

A la fecha hay Tesis como “Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante” y en otros casos el uso de agentes estabilizadores comunes como gravas, cal y otros, en la presente tesis aplicamos de ceniza de boñiga como una posibilidad para la estabilización de subrasantes plásticas presentes en la región Junín, evaluando las propiedades físicas y mecánicas de Granulometría, Límites de Atterberg, Ensayo de Proctor Modificado y Capacidad de Soporte con el Ensayo de California Bearing Ratio (CBR).

Así aplicando la ceniza de boñiga se busca mejorar las propiedades físicas y mecánicas de las subrasantes plásticas a la hora de darle uso en las vías nacionales, departamentales y vecinales.



**Figura 3. Acopio de la ceniza de boñiga**  
**Fuente: Elaboración propia.**

## **1.2 Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1 Problema General**

¿Cuál es la influencia de la aplicación de ceniza de boñiga en la estabilización en subrasantes plásticas?

### **1.2.2 Problema(s) Específico(s)**

- a.** ¿De qué manera afecta la aplicación de ceniza de boñiga en las propiedades físicas de la estabilización en subrasantes plásticas?
- b.** ¿Cómo influye la aplicación de ceniza de boñiga en las propiedades mecánicas de la estabilización en subrasantes plásticas?



## **1.3 Justificación**

### **1.3.1 Practica o Social**

La investigación plantea contribuir a la sociedad para tener en cuenta la utilización de la ceniza de boñiga en la estabilización de subrasantes plásticas, con ello se busca el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas, como resultado mejores condiciones de tránsito para los vehículos y ciudadanos por una vía adecuada y sin presencia de fallas. Teniendo que analizar en la muestra patrón: Ensayo de granulometría, Ensayo de Límite de Atterberg, Proctor Modificado y Ensayo de California Bearing Ratio (CBR).

### **1.3.2 Metodológica**

La presente investigación propone un nuevo aditivo que es la ceniza de boñiga para la estabilización de subrasantes plásticas, no habiendo ningún precedente de estudio de dicho aditivo en una subrasante plástica, dicha ceniza de boñiga se aplicó en una subrasante plástica desfavorable y evaluó los parámetros que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones posee y será usado para futuros proyectos de pavimentación.

## **1.4 Delimitaciones**

### **1.4.1 Espacial**

La presente investigación posee como muestra representativa el suelo extraído del sector de Torre Torre, Asociación Túpac Amaru II, de la Provincia de Huancayo, región Junín y el experimento y sus ensayos son efectuados en el laboratorio del Distrito de El Tambo.

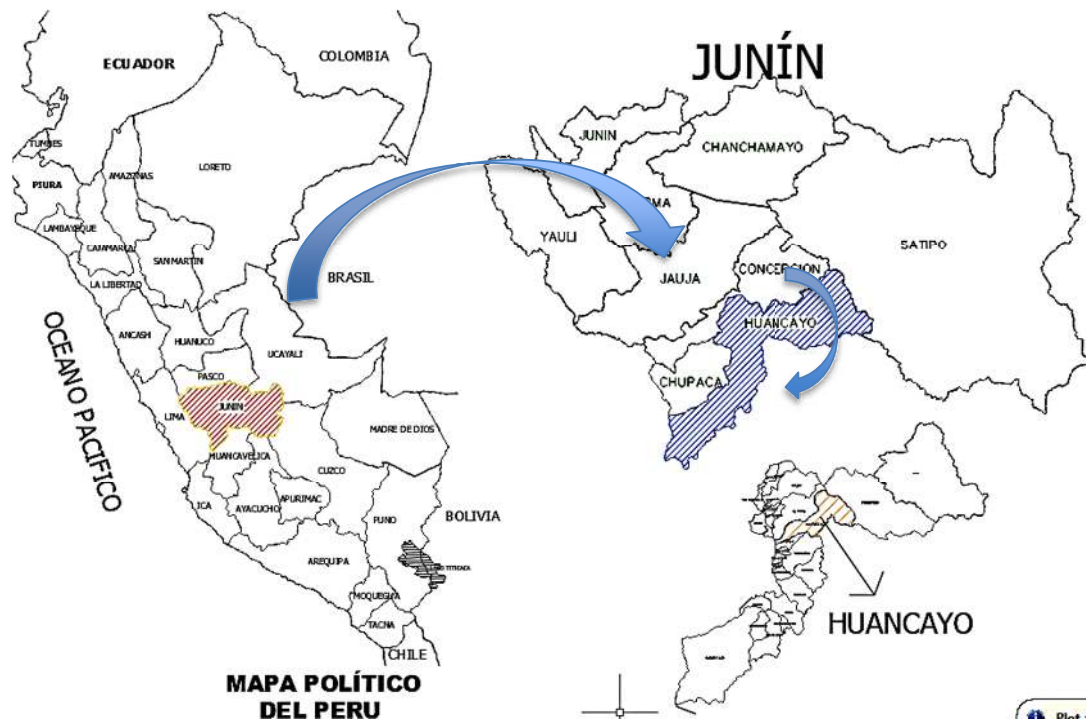


Figura 4. Ubicación y Localización.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 5. Zona de Estudio**  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 6. Vía de estudio, L=150 m**  
Fuente: Elaboración propia.

## 1.4.2 Temporal

La presente investigación se ejecutó en los meses de junio a setiembre del año 2020.

### **1.4.3 Económica**

La presente investigación se desarrolló con recursos propios.

## **1.5 Limitaciones**

### **1.5.1 Espacial**

En la presente investigación se tuvo la limitación para extraer más calicatas de la vía seleccionada ya que los vecinos se oponían alegando que dañarían la vía en estudio.

### **1.5.2 Temporal**

El desarrollo de la presente investigación, fue elaborado en la pandemia del COVID-19 lo cual nos limitó por las constantes inmobilizaciones que se daban y por la falta de funcionamiento laboratorios de investigación.

### **1.5.3 De recursos**

No se tuvieron los recursos económicos necesarios, para el desplazamiento a los laboratorios los cuales se encontraban cerrados por la pandemia mundial del COVID-19.

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 Objetivo General**

Analizar la influencia de la aplicación de ceniza de boñiga en la estabilización en subrasantes plásticas.

### **1.6.2 Objetivo(s) Específico(s)**

- a.** Identificar de qué manera afecta la aplicación de la ceniza de boñiga en las propiedades físicas de la estabilización en subrasantes plásticas.
- b.** Evaluar la influencia de la aplicación de la ceniza de boñiga en las propiedades mecánicas de la estabilización en subrasantes plásticas.

## **CAPITULO II:**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes**

##### **2.1.1 Internacionales**

- a. Larrea y Rivas (2019)** en su trabajo de investigación “Estabilización de suelos arcillosos con cloruro de Sodio y cloruro de calcio” menciona que **el problema presente es:** Es la búsqueda de un nuevo aditivo estabilizador el cual sea un posible agente estabilizador por humedad, deteniendo la pérdida de humedad, por ende, la pérdida de cohesión aparente en el afirmado, comparando en ambos casos el uso del cloruro de sodio y el cloruro de calcio. **El Objetivo trazado es** la estabilización de un suelo arcilloso con un rango de plasticidad de 16 a 18 con cloruro de sodio y cloruro de calcio para su implementación en vías. **El método usado** por los investigadores fue de tipo experimental. **Los resultados que se obtuvieron:** con la adición de cloruro de sodio (15%) en referencia a límite de Atterberg se observa que un suelo plástico con la adición de cloruro de sodio ha ido disminuyendo su índice de plasticidad, con

respecto al Proctor modificado la densidad seca del suelo patrón es de 1736 kg/cm<sup>3</sup> pero con la adición de 15% del cloruro de sodio, la densidad máxima seca aumento a 1898 kg/ cm<sup>3</sup>, obteniendo un incremento de 9.33%, en referencia al CBR se presentaron valores favorables con respecto al hinchamiento. Ahora con el cloruro de calcio (20%) en referencia a límite de Atterberg se observa que un suelo plástico con la adición ha ido disminuyendo su índice de plasticidad más significativo, con respecto al Proctor modificado la densidad seca del suelo patrón es de 1736 kg/cm<sup>3</sup> pero con la adición de 20% del cloruro de calcio, la densidad máxima aumento en 4.95%, en referencia al CBR se presentaron valores pobres los cuales generaron hinchamientos para la puesta en un pavimento. **De las conclusiones** se llegó al más resaltantes, el uso del cloruro de sodio reduce el límite liquido de un 39% a un 24.10%, reduciéndose el IP en un 17%, se observa que la densidad máxima seca experimento un incremento de 9.33% y el CBR, bajo de un 27.27% a un 24.20 % al 95 teniendo una reducción poco significativa, de igual manera con el uso del cloruro de calcio al 20% se puede apreciar que el límite liquido se redujo de 39.05% que comprende una variación de 39% a 23.77%. del mismo modo, se tiene un decremento del Índice de plasticidad de un 17 % a un 8.48% que significa la pérdida de 50.12%, se llega a la conclusión que el cloruro de calcio disminuye la plasticidad, pero no aporta en la capacidad de soporte

**b. Hidalgo (2016).** En su trabajo de investigación “Análisis comparativo de los procesos de estabilización de suelo con enzimas orgánicas y suelo-cemento, aplicado a suelos arcillosos de subrasante”. **El objetivo general** planteado es “Definir los procesos de estabilización de suelo con enzima orgánicas y suelo-cemento, aplicado a suelos arcilloso de subrasante”, es así que sigue **la hipótesis de** “Los procesos de estabilización de suelo con enzimas orgánicas y suelo-cemento, permitirán mejorar las

características físico-mecánicas de suelos arcillosos de subrasantes”. **Siendo la presente investigación de** tipo aplicada, experimental, por conveniencia del tipo censal. Del estudio se tuvo **los resultados:** se encontró que el LL es 60.5 y 86.00 siendo altamente plástico; se realizó nuevamente el ensayo ahora con la adición de enzimas y cemento en 5 y 10%, dando nuevamente LL en el primer caso como 58.5 y en los dos casos siguientes 61.2 y 58.6, donde se puede apreciar una variación no tan significativa; por otra parte en el ensayo para hallar el contenido de humedad la muestra patrón posee 30.8 y 35.4%, y una vez adicionado los enzimas y cemento en 5 y 10% este varió en 31.5, 32 y 33.8; para el ensayo de CBR en la muestra patrón se encuentran valores de 3.81 y 2.05%, una vez adicionado la enzima y cemento en 5 y 10% se aprecia que arroja resultados de 9.2, 6.86 y 6.94 respectivamente. **De los resultados se llega a la conclusión** se llega que el suelo es altamente plástico CH, se determinó que el CBR es 3.81 y 2.05 siendo adecuados para la estabilización, al aplicar el 5% la enzima como estabilizador se ve una variación del CBR con un valor de 9.2% con respecto al valor inicial de CBR de 3.81, evidenciándose un incremento significativo.

### **2.1.2 Nacionales**

- a. Velásquez (2018)**, en su tesis para optar el grado de Ingeniero “Influencia del cemento portland tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector la molina”. El problema que se observó la baja calidad de los suelos que conforman la subrasante de una vía, uno de los suelos que se presentan generalmente con deficiencias son las arcillas, que pueden generar dificultades en las pavimentaciones, presentando estos tipos de suelos baja capacidad de soporte. **El objetivo general de la presente tesis es:** Evaluar la influencia del cemento Portland



Tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector La Molina. El método de la investigación usada fue: tipo experimental, aplicada, de un nivel explicativa correlaciona, censal. **Los resultados obtenidos** fueron: en las calicatas se encontró suelos arcillosos gruesos, orgánicos y finos; con presencia de arena, con un contenido de humedad mínima de 28.73% y un máximo de 33.55%; con un Límite líquido de un máximo igual a 50% y un mínimo de 43%, un límite plástico máximo de 29% y un mínimo de 21%, del mismo modo el Índice de plasticidad máximo de 44% y un mínimo de 24%, de todas las calicatas se eligió la más desfavorable que es la calicata 2, aplicándose el cemento en 1%, 3% y 5% del peso seco de la muestra patrón, se obtuvieron los resultados de Límite líquido en 0, 1%, 3% y 5%, de 73, 71, 66 y 63% respectivamente, para el Límite plástico se obtuvo 29, 35, 43 y 48% respectivamente y para el Índice de plasticidad de 44, 36, 23 y 15%; se puede ver que el CBR obtenido en 0, 1, 3 y 5% de adición de Cemento Portland tipo I a la muestra patrón, dio como resultados de 1.30, 3.50, 6.63 y 13.75% respectivamente. Se llegó a la **conclusión de que el uso de Cemento portland tipo I** en la muestra patrón genero una disminución del índice de plasticidad de 44% a 15%, asimismo su CBR se vio incrementado desde 1.30% sin adición hasta 13.75% con una adición de cemento portland tipo I al 5% del peso seco.

**b. Carrasco (2017)** en su trabajo de investigación “Estabilización de los Suelos Arcillosos Adicionando Cenizas de Caña de Azúcar en el Tramo de Moro a Virahuanca en el Distrito de Moro – Provincia del Santa – 2017”. En esta investigación se tiene como formulación del problema o siguiente ¿Será factible la estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de moro a Virahuanca en el distrito de moro – provincia del santa - 2017?. Es por ello que esta

investigación tiene como **objetivo general** determinar la posibilidad de estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de moro a Virahuanca en el distrito de moro – provincia del santa – 2017. **El método de la investigación** es no experimental, correlaciones, aplicada, en donde se desarrollará la determinación de la clasificación de los suelos, Límites de Atterberg, Proctor modificado y la determinación de la resistencia con el ensayo de CBR. **Los resultados** obtenidos de la investigación se tiene una muestra de suelos SC arcilloso, que el suelo no brinda las propiedades adecuadas, siendo su humedad relativamente superior a lo normal por ende su límite de consistencia es elevado siendo esto un factor predominante para que obtenga una baja resistencia a las cargas, según se demostró en los ensayos. Se obtuvo un índice plástico de 15.68% y 15.84% de C2 y C4 respectivamente y a la hora de aplicar la C.C.A. al 35%, se obtiene IP de 9.06% y 9.1% en ambos casos. de igual forma en el ensayo de Proctor modificado se obtiene resultados 1.67 kg/cm<sup>3</sup> y 8.6% en densidad seca máxima y optimo contenido de humedad en la C2 y de 1.66kg/cm<sup>3</sup> y 7.5% de igual manera en densidad seca máxima y optimo contenido de humedad, siendo en la C2 al aplicar el 25% de C.C.A. se obtuvo el 1.89kg/cm<sup>3</sup> y 9.5% en densidad seca máxima y optimo contenido de humedad siendo el mejor resultado, ahora en la C4 al adicionar C.C.A. al 35% se obtuvo 1.75kg/cm<sup>3</sup> y 7.5% el cual fue de densidad seca máxima y optimo contenido de humedad. por último, en el ensayo de CBR en la C2 y C3 se obtuvo de 4.17% y 4.51% respectivamente y al 35% de C.C.A. se refleja resultados de 16.21% y 15.39% y al agregar más C.C.A. empieza a bajar. **Las conclusiones** más resaltantes son debido a la resistencia y capacidad de carga del suelo se concluye que el suelo arcilloso logra estabilizar con 25% de C.C.A. y con la adición de 35% de ceniza de caña de azúcar,

en relación a peso seco de la muestra de suelo, la densidad máxima seca y el óptimo contenido de humedad, alcanzando un CBR de 16.21% y 15.39% en la C2 y C4 siendo un estabilizador que cumple las características.

## **2.2 Marco conceptual**

### **2.2.1 Suelos**

#### **a. Formación de los Suelos.**

Los suelos son producto de la meteorización de la roca madre, esto se da por desintegración mecánica o descomposición química (V.N.S. Murthy, 2003, p.28).

#### **b. Definición**

El suelo es un conjunto compuesto por agregados naturales pueden tener la presencia de material orgánico los cuales se separan por medios mecánicos suaves en presencia de agua (V.N.S. Murthy, 2003, p.28).

Suelo es una capa delgada proveniente de la desintegración sea física y/o química o como producto de las actividades de los seres bióticos presentes (Crespo, 2004, p.18).

#### **c. Tipos de suelos**

Por su origen los suelos comprenden dos grupos, por descomposición física y/o química, o suelos inorgánicos y orgánicos (Crespo, 2004, p. 23).

### **c.1. Por el Tipo de Formación:**

[...]por su permanecía en donde se desintegran y cubren el manto rocosos denominados suelos residuales. otros son desplazados por efectos físicos a otros lugares. Ésos se llaman suelos transportados (Braja M. Das, 2001, p.1).

#### **•Suelos Residuales:**

Son suelos que se encuentran donde se forman debido al envejecimiento de la roca madre (V.N.S. Murthy, 2003, p.29).

#### **•Suelos Transportados:**

Son aquellos que se ubican lejos de donde se formaron producto de los agentes transportadores como glaciares, el viento y el agua (V.N.S. Murthy, 2003, p.29).

✓ **Aluviales o fluviales:** depositados por agua en movimiento.

✓ **Glaciares:** depositados por acción glacial.

✓ **Eólicos:** depositados por acción del viento (Braja M. Das, 2001, p.2).

### **c.2. Por el Tipo de Composición:**

#### **•Suelos Inorgánicos:**

Son productos de la descomposición física y/o química, pudiendo ser residuales o transportados (Crespo, 2004, p. 21).

#### **•Suelos Orgánicos:**

Son formados principalmente de materia orgánica las cuales pueden estar en crecimiento o posterior descomposición, puede ser la turba o sistema óseo de animales (V.N.S. Murthy, 2003, p.29).

### **c.3. Por el Tipo de cohesión:**

- **Suelos cohesivos:**

Son aquellos que poseen cohesión la propiedad de atracción intermolecular como es el caso de las arcillas (Crespo, 2004, p. 26).

- **Suelos no cohesivos:**

Son aquellos que no poseen cementación entre sus partículas y pueden ser la arena y la grava (Crespo, 2004, p. 26).

### **c.4. Suelos plásticos:**

Son aquellos que poseen la propiedad de resistir deformaciones rápidas sin presentar rebote elástico, no varía volumétricamente perceptible y sin desmoronarse ni presentar grietas (Juárez, Rodríguez, 2005, p. 127).

- **Altamente plásticos**

Son aquellos que la diferencia de límite líquido y el límite plástico dan como resultado un índice de plasticidad mayor a 20, asimismo estos suelos son muy arcillosos o alta presencia de arcilla. (MTC - Sección Suelos y Pavimentos el Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 32).

Según SUCS son aquellos suelos en donde el valor del límite líquido es mayor de 50 (Braja M. Das, 2015, p.82).

- **Medianamente plásticos**

Son aquellos que la diferencia de límite líquido y el límite plástico dan como resultado un índice de plasticidad que son mayores que 7 pero menores o iguales a 20, asimismo estos suelos son arcillosos o con presencia de arcilla. (MTC - Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 32).

- **Baja plasticidad**

Son aquellos que la diferencia de límite líquido y el límite plástico dan como resultado un índice de plasticidad menores a 7, asimismo estos suelos son poco arcillosos o con poca presencia de arcilla. (MTC - Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 32).

Según SUCS son aquellos suelos en donde el valor del límite líquido es menor de 50 (Braja M. Das, 2015, p.82).

- **No son plásticos**

Son aquellos que la diferencia de límite líquido y el límite plástico dan como resultado 0 o negativo, asimismo estos suelos no presentan arcillas. (MTC - Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 32).

**d. Minerales arcillosos**

Los minerales arcillosos son complejos silicatos de aluminio compuestos de una o dos unidades básicas: 1) tetraedro de sílice y 2) octaedro de alúmina. Cada tetraedro consiste en cuatro átomos de oxígeno que rodean a un átomo de silicio (figura 2.1 a). La combinación de unidades de tetraedros de sílice da una lámina de sílice (figura 2.1 b). Tres átomos de oxígeno en la base de cada tetraedro son compartidos por tetraedros vecinos (Braja M. Das, 2001, p.3).

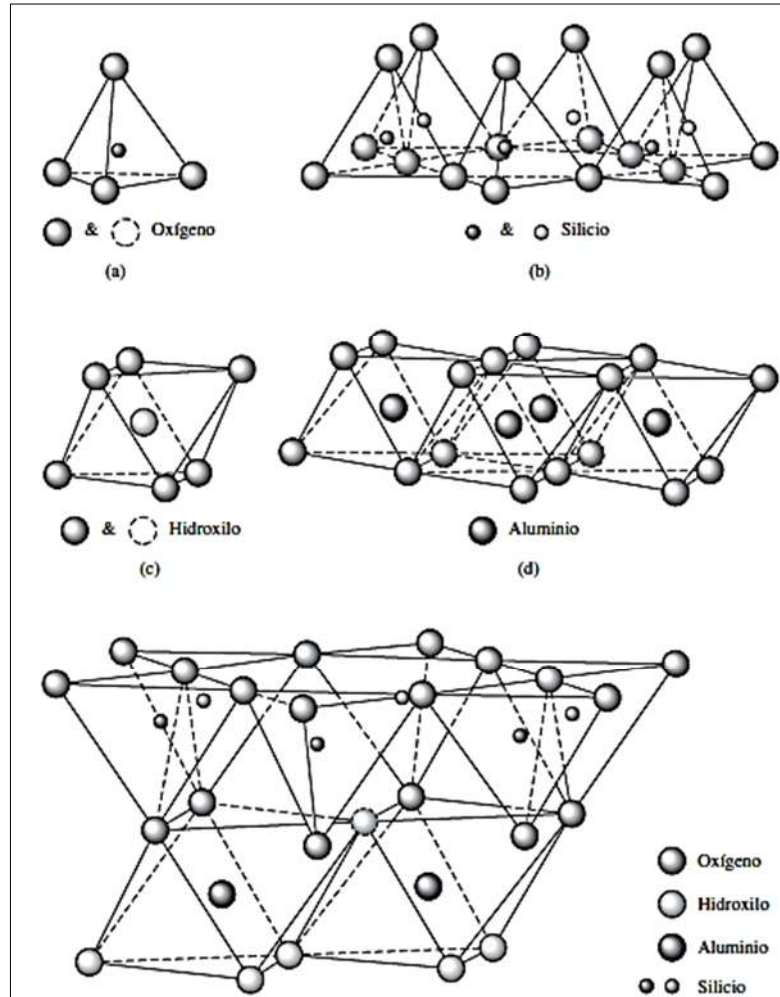
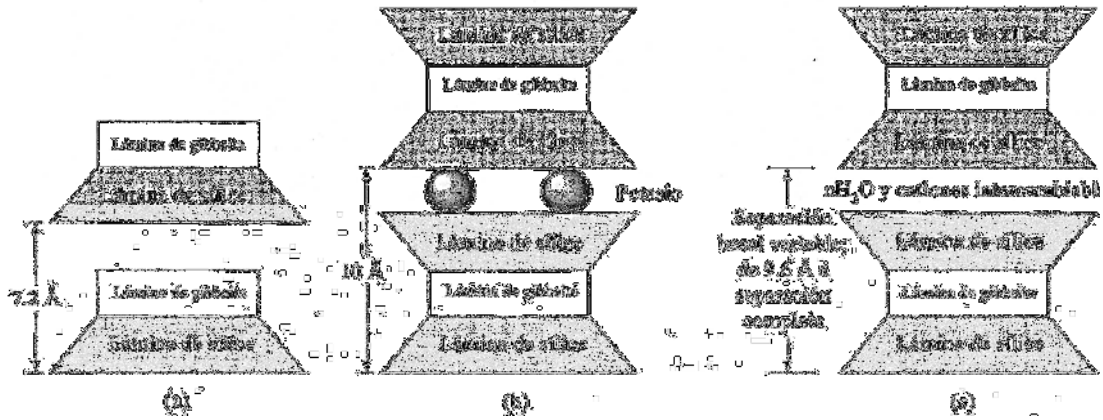


Figura 7. (a) Sílice tetraédrico, (b) lámina de sílice, (c) lámina de aluminio octaédrico, (d) lámina octaédrica (gibbsita), lámina de sílice gibbsita elemental.

Fuente: (BRAJA M. DAS 2001)

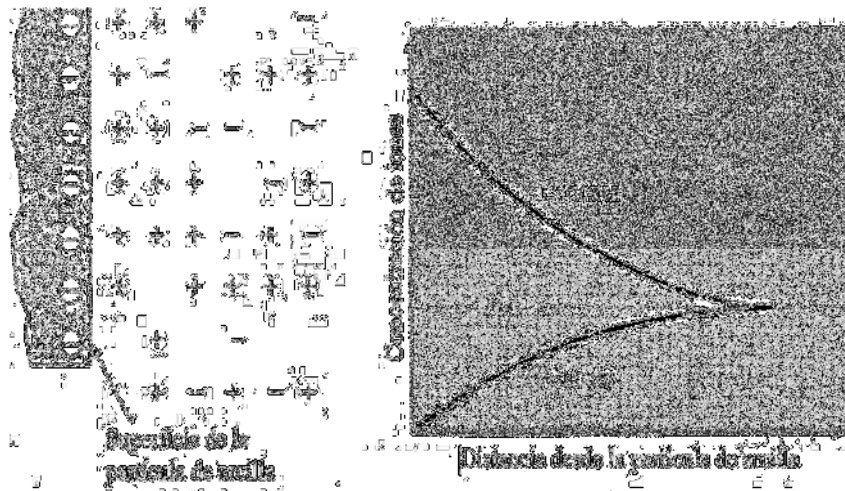
- **La caolinita** consiste en capas repetidas de láminas elementales de sílice-gibbsita, como muestra la figura 2.2 a. Cada capa es aproximadamente de 7.2 Å de espesor y se mantienen unidas entre sí por enlaces hidrogénicos. (Braja M. Das, 2001, p.5).
- **La illita** consiste en una lámina de gibbsita enlazada a dos láminas de sílice, una arriba y otra abajo (figura 2.2 b), y es denominada a veces mica arcillosa. (Braja M. Das, 2001, p.5).

- **La montmorillonita** tiene una estructura similar a la illita, es decir, una lámina de gibbsita intercalada entre dos láminas de sílice (figura 2.2 c). En la montmorillonita hay sustitución isomorfa de magnesio y hierro por aluminio en las láminas octaédricas. (Braja M. Das, 2001, p.5).



**Figura 8. Diagrama de las estructuras de (a) caolinita; (b) illita; (c) Montmorillonita.**  
**Fuente: (BRAJA M. DAS 2001)**

Además de caolinita, illita y montmorillonita, otros minerales arcillosos comunes generalmente encontrados son clorita, haloisita, vermiculita y atapulgita. (Braja M. Das, 2001, p.6).



**Figura 9. Capa doble difusa.**  
**Fuente:(BRAJA M. DAS 2001).**



**Tabla 3. Densidad de Suelos Minerales Importantes**

| Mineral                       | Densidad de solidos Gs |
|-------------------------------|------------------------|
| Cuarzo                        | 2.65                   |
| Caolinita                     | 2.6                    |
| Ilita                         | 2.8                    |
| Montmorillonita               | 2.65 – 2.80            |
| Haloisita                     | 2.0 – 2.55             |
| Feldespatos de potasio        | 2.57                   |
| Feldespatos de sodio y calcio | 2.62 – 2.76            |
| Clorita                       | 2.6 – 2.9              |
| Biotita                       | 2.8 – 3.2              |
| Moscovita                     | 2.76 – 3.1             |
| Hornblenda                    | 3.0 – 3.47             |
| Limonita                      | 3.6 – 4.0              |
| Olivino                       | 3.27 – 3.37            |

Fuente:(BRAJA M. DAS 2015)

## 2.2.2 Propiedades Físicas de los Suelos

### a. Granulometría

Es el estudio que se realiza para representar y observar la distribución, con la finalidad de identificar las diferentes partículas y tamaños existentes (MTC - Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 30).

Es identificar las partículas presentes en el suelo, en función a su peso total y las dimensiones de los granos presentes (Terzaghi, B. Peck, 1948, p. 18).

**Tabla 4. Clasificación de suelos según Tamaño de partículas.**

| Tipo de material |         | Tamaño 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 | Menor a 0.005 mm                |

Fuente: MTC – Manual de carreteras – Sección Suelos y Pavimentos, 2014, p.31

**Tabla 5. Tamaño de malla estándar en Estados Unidos**

| Malla N° | Abertura (mm) |
|----------|---------------|
| 4        | 4.75          |
| 6        | 3.35          |
| 8        | 2.36          |
| 10       | 2             |
| 16       | 1.18          |
| 20       | 0.85          |
| 30       | 0.6           |
| 40       | 0.425         |
| 50       | 0.3           |
| 60       | 0.25          |
| 80       | 0.18          |
| 100      | 0.15          |
| 140      | 0.106         |
| 170      | 0.088         |
| 200      | 0.075         |
| 260      | 0.053         |

Fuente: BRAJA M. DAS, 2001

**Tabla 6. Tamaño de malla**

| Designación ASTM | TAMICES |
|------------------|---------|
| (3 pulg)         | 75,00   |
| (2 pulg)         | 50,00   |
| (1 1/2 pulg)     | 37.50   |
| (1 pulg)         | 25,00   |
| (3/4 pulg)       | 19,00   |
| (3/8 pulg)       | 9,50    |
| (N° 4)           | 4,75    |
| (N° 10)          | 2,00    |
| (N° 20)          | 85µm    |
| (N° 40)          | 425µm   |
| (N° 60)          | 250µm   |
| (N° 140)         | 106µm   |
| (N° 200)         | 75µm    |

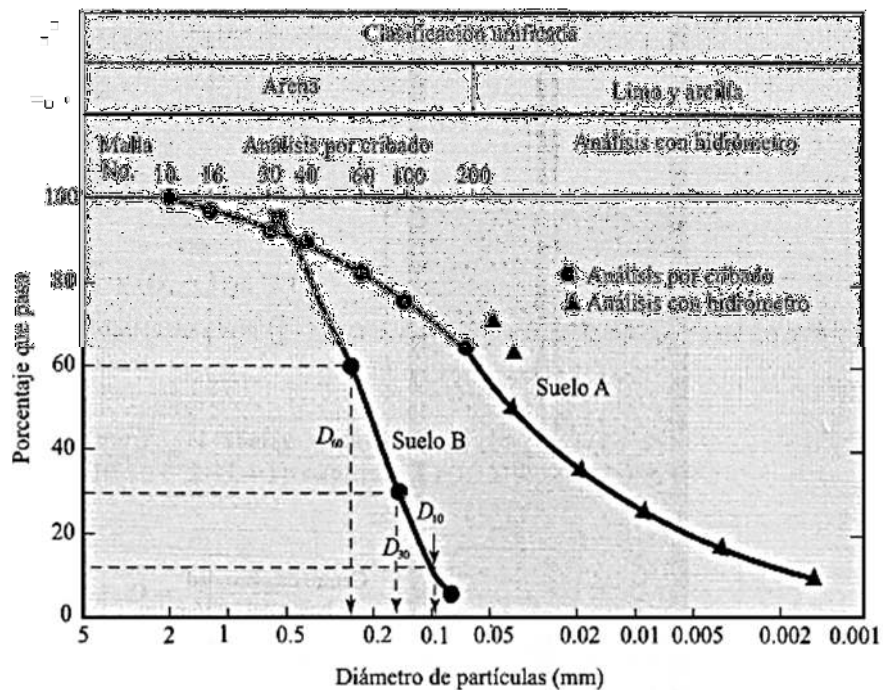
Fuente: NTP 339.128, 2019

Se puede usar, como alternativa, una serie de tamices que al dibujar la gradación de una separación uniforme entre los puntos del grafico; esta serie estará integrada por los siguientes tamices de malla cuadrada (Braja M. Das, 2001, p.7).

**Tabla 7. Tamices de malla cuadrada**

| TAMICES | ABERTURA (mm) |
|---------|---------------|
| 3"      | 75,000        |
| 1 1/2"  | 38,100        |
| 3/4"    | 19,000        |
| 3/8"    | 9,5000        |
| N° 4    | 4,760         |
| N° 8    | 2,360         |
| N° 16   | 1,100         |
| N° 30   | 0,590         |
| N° 50   | 0,297         |
| N° 100  | 0,149         |
| N° 200  | 0,075         |

Fuente: MTC - Manual de Ensayo de Materiales, 2016, p. 44



**Figura 10. Curva de distribución del tamaño de partículas (curvas granulométricas).**  
Fuente: (Braja M. Das 2001)

## **b. Contenido de humedad**

Es la relación de una masa dada, al peso de las partículas sólidas (NTP.127, 2019, p.9).

Es la relación del peso de agua en una masa y el peso del suelo seco esto en porcentaje (Terzaghi, B. Peck, 1948, p. 25).

Se expresa en porcentaje, el peso del agua en una masa sobre el peso de la muestra seca (Juárez, 2005, p. 54)

## **c. Plasticidad**

Propiedad de deformarse de un suelo sin que este se aprecie. ser apreciado (Crespo, 2004, p. 69).

Es donde el suelo presenta un contenido de humedad constante en donde manifiesta una plasticidad manteniendo su forma bajo secado (NTP 339.129, 2019, p. 11)

Propiedad que depende únicamente de los granos finos, en donde presenta estabilidad con un contenido de humedad sin desintegrarse (MTC, Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 31).

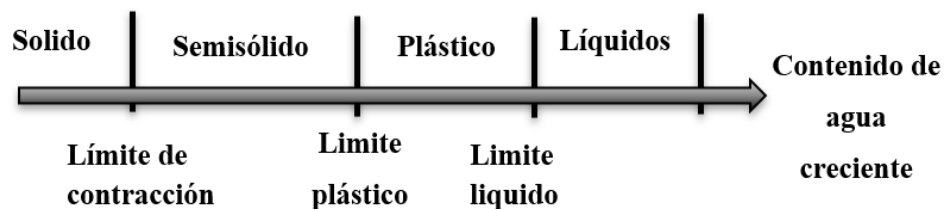
Propiedad para soportar deformaciones rápidas, sin rebote, sin desmoronarse o agrietarse y sin cambios de variación volumétrica apreciable (Juárez, 2005, p. 127).

- **Límites de Atterberg**

Ensayo en donde el componente fundamental es el contenido de humedad presente en los suelos. (MTC, Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 31).

Con este método se describe la consistencia de los suelos en función a su contenido de humedad (Braja M Das, 2015, p. 64).

Originalmente Atterberg definió 6 límites de los cuales se usan tres, Limite Líquido, Limite Plástico y en algunas referencias Limite de Contracción (Norma Técnica Peruana 339.129-1999 (revisada 2019)).



**Figura 11. Estados por los que pasa el suelo**  
**Fuente: (Braja M. Das 2001)**

- ✓ **Límite líquido:**

Está expresando en porcentaje y corresponde al contenido de humedad con respecto al peso seco del espécimen, cambiando de líquido a plástico (Crespo, 2004, p. 70).

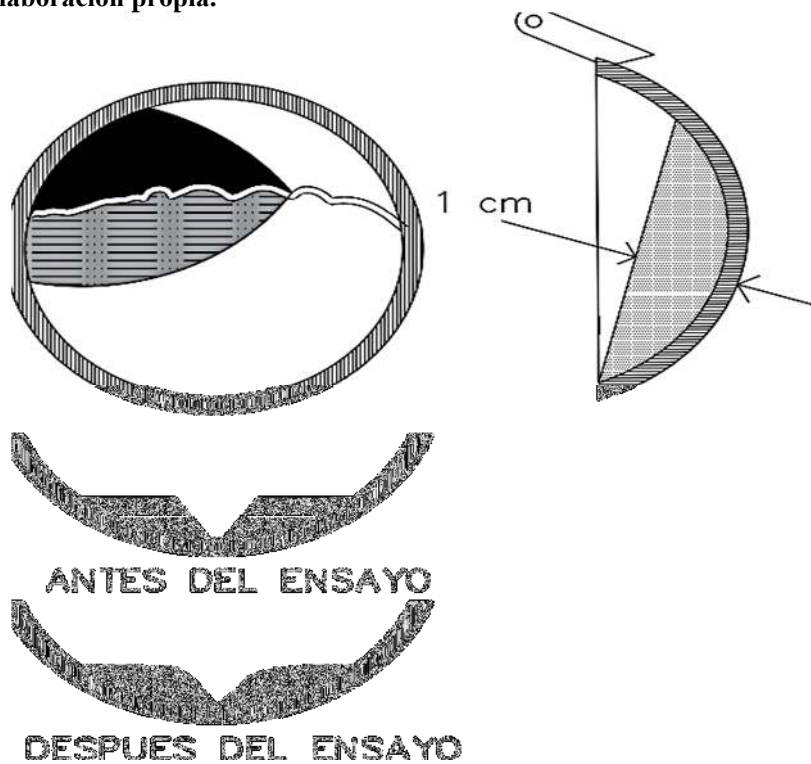
Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para lo cual el suelo se halla entre los estados líquido y plástico (Norma Técnica Peruana 339.129-1999 (revisada 2019)).

Es la transición en que el suelo pasa de un estado semilíquido a un estado plástico siendo posible moldearse (Ulloa, 2011, p. 3).

Contenido de humedad que hace posible que a los 25 golpes se une la muestra ranurada (Pérez, 2010, p. 16).



**Figura 12. Dispositivo de Límite Líquido**  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 13. Imagen del momento de la obtención del límite líquido**  
Fuente: (Braja M. Das 2001)

✓ **Limite plástico:**

Es donde se produce la fisura y pasa de un estado plástico a un estado sólido (Ulloa, 2011, p. 3).

Es la existencia de un contenido de humedad en porcentaje donde hace posible enrollarse en diámetro de 3.2 mm y se manifieste una fisura (Braja M. Das, 2015, p. 65).

Se expresa en porcentaje en referencia al contenido de humedad, hallándose el suelo en el límite entre el plástico y sólido. Asimismo, se designa con el contenido de humedad más bajo del suelo después de ser enrollado en cilindros de 3.2 mm sin que se rompa en pedazos (Norma Técnica Peruana 339.129-1999 (revisada 2019)).



**Figura 14. Formando los Cilindros para la plasticidad.  
Fuente: Elaboración Propia.**

✓ **Índice de plasticidad:**

Es la resta del límite líquido y plástico expresando en porcentaje indicando un margen de humedad en lo cual el espécimen se encuentra en estado plástico definido por el ensayo (Crespo, 2004, p. 78).

Se expresa numéricamente como la diferencia de entre el límite líquido y plástico siendo el rango de humedad contenida que se expresa en porcentaje y es donde el suelo se comporta plásticamente (Norma Técnica Peruana 339.129-1999 (revisada 2019)).

$$IP = LL - LP$$

**Tabla 8. Tabla de plasticidad**

| Índice de plasticidad    | Plasticidad      | Característica                     |
|--------------------------|------------------|------------------------------------|
| $IP > 20$                | Alta             | Suelos muy arcillosos              |
| $IP \leq 20$<br>$IP > 7$ | Media            | Suelos arcillosos                  |
| $IP < 7$                 | Baja             | Suelos poco arcillosos plasticidad |
| $IP = 0$                 | No plástico (NP) | Suelos exentos de arcilla          |

**Fuente: MTC – Sección Suelos y Pavimentos el Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 32**

✓ **Límite de contracción**

Es donde la muestra sigue perdiendo humedad, pero su volumen es constante, entonces ese el contenido de humedad con respecto al peso seco del espécimen (Crespo, 2004, p. 80).

**d. Pesos específico**

Definido al peso del suelo en unidad de volumen y posee la siguiente unidad que es en  $kg/m^3$  (Crespo, 2004, p. 41).

**e. Densidad**

Se conceptualiza como la masa del suelo por unidad de volumen y posee como unidad al  $g/cm^3$  (Crespo, 2004, p. 42).



#### **f. Porosidad**

Se conceptualiza como la división del volumen de vacíos al volumen total (Braja M. Das, 2015, p. 50).

#### **g. Permeabilidad**

Es la propiedad por el cual el suelo tiene la capacidad de hacer fluir al agua dentro de sí mismo (Braja M. Das, 2015, p. 49).

#### **h. Sistema de clasificación de suelos**

Es expresar de manera concisa y con un lenguaje común las características de los suelos, que varían demasiado sin tener una descripción detallada (Braja M. Das, 2015, p. 78).

Hoy por hoy existen dos sistemas más usados de clasificación que usan la granulometría y plasticidad de los suelos ingenierilmente hablando y son: American Asociación of State Highway Officials (AASHTO) y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) (Braja M. Das, 2015, p. 78).

- **Sistema Clasificación AASHTO**

Desarrollado en 1929, siendo objeto de múltiples evaluaciones, actualmente la versión propuesta por la Comisión de Clasificación de Materiales para los Tipos de Carreteras Subrasantes y Granulares de la Junta de Investigación de Carreteras en 1945 (Norma ASTM D-3282; método AASHTO M145) (Braja M. Das, 2015, p. 78).

**Tabla 9. Clasificación de Suelos y Mezclas de Suelo-Agregado**

| Clasificación general                               | Materiales Granulares (35% o menos que pasa N° 200) |                    |        | Materiales Limo - Arcillosos (más del 35% que pasa N° 200) |        |        |        |
|---|---|--------------------|--------|--|--------|--------|--------|
|   | A - 1   | A - 3 <sup>A</sup> | A - 2  | A - 4  | A - 5  | A - 6  | A - 7  |
| Clasificación de grupo                              |   |                    |        |  |        |        |        |
| Análisis granulométrico % que pasa                  |   |                    |        |  |        |        |        |
| N° 10 (2mm)   | ...   | ...                | ...    | ...  | ...    | ...    | ...    |
| N° 40 (425 µm)                                      | 50 máx  | 51 mín             | ...    | ...  | ...    | ...    | ...    |
| N° 200 (75 µm)                                      | 25 máx  | 10 máx             | 35 máx | 36 mín   | 36 mín | 36 mín | 36 mín |
| Características de fracción que pasa N° 40 (425 µm) |   |                    |        |  |        |        |        |
| Límite Líquido                                      |   |                    | B      | 40 máx   | 41 mín | 40 máx | 41 mín |
| Índice de Plasticidad                               | 6 máx   | N.P.               | B      | 10 máx   | 10 máx | 11 mín | 11 mín |
| clasificación general como subrasante               | Excelente a buen                                    |                    |        | Regular a deficiente                                       |        |        |        |

A La Ubicación de A - 3 antes de A - 2 es necesaria en el "proceso de eliminación de izquierda a derecha" y no indica superioridad de A - 3 sobre A - 2

B Ver Tabla 2

Fuente: (Braja M. Das, 2015, p. 79).

**Tabla 10. Clasificación de Suelos y Mezclas de Suelo-Agregado, parte 2**

| Clasificación General                                     | Materiales Granulares (35% o menos que pasa N° 200) |           |            | Materiales Limo - Arcillosos (más del 35% que pasa N° 200) |           |           |           |                      |        |                   |                     |
|---|---|-----------|------------|--|-----------|-----------|-----------|----------------------|--------|-------------------|---------------------|
|   | A - 1   |           | A - 3      | A - 2  |           |           |           | A - 4                | A - 5  | A - 6             | A - 7               |
| A - 1 - a   | A - 1 - b   | A - 2 - 4 |            | A - 2 - 5  | A - 2 - 6 | A - 2 - 7 | A - 7 - 5 |                      |        |                   | A - 7 - 6           |
| Clasificación de grupo                                    |   |           |            |  |           |           |           |                      |        |                   |                     |
| Análisis granulométrico % que pasa                        |   |           |            |  |           |           |           |                      |        |                   |                     |
| N° 10 (2mm)   | 50 máx  | ...       | ...        | ...  | ...       | ...       | ...       | ...                  | ...    | ...               | ...                 |
| N° 40 (425 µm)  | 50 máx  | 50 máx    | 51 mín     | ...  | ...       | ...       | ...       | ...                  | ...    | ...               | ...                 |
| N° 200 (75 µm)  | 15 máx  | 25 máx    | 10 máx     | 35 máx   | 35 máx    | 35 máx    | 35 máx    | 36 mín               | 36 mín | 36 mín            | 36 mín              |
| Características de fracción que pasa N° 40 (425 µm)       |   |           |            |  |           |           |           |                      |        |                   |                     |
| Límite Líquido  | ...   | ...       | ...        | 40 máx   | 41 mín    | 40 máx    | 41 mín    | 40 máx               | 41 mín | 40 máx            | 41 mín              |
| Índice de Plasticidad                                     | 6 máx   |           | N.P.       | 10 máx   | 10 máx    | 11 mín    | 11 mín    | 10 máx               | 10 máx | 11 mín            | 11 mín <sup>A</sup> |
| Tipos usuales de materiales constituyentes significativos | Fragmentos de piedra, Grava y Arena                 |           | Arena Fina | Grava y Arena Limosa ó Arcilla                             |           |           |           | Suelos Limosos       |        | Suelos Arcillosos |                     |
| Clasificación General como subrasante                     | Excelente a buen                                    |           |            |  |           |           |           | Regular a deficiente |        |                   |                     |

A El Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor que el LL menos 30. El índice de Plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que el LL menos 30 (ver fig. 1)

Fuente: (Braja M. Das, 2015, p. 79).

- **Sistema Unificado de Clasificación SUCS**

Basado en aeropuertos, se puede decir que es el mismo con ligeras modificaciones (Juárez, 2005, p. 152).

Se describirán en primer lugar los diferentes grupos referentes a suelos gruesos (Juárez, 2005, p. 153).

- **Suelos gruesos**

- ✓ Grava (G-gravel)
- ✓ Arenas (S-sand)

- **Las gravas y las arenas**

- ✓ Material prácticamente limpio de finos, bien gradado, (W-well graded).
- ✓ Material prácticamente limpio de finos, mal gradado, (P-poorly graded).
- ✓ Material con cantidad apreciable de finos no plásticos. (M-del sueco mo y mjala).
- ✓ Material con cantidad apreciable de finos plásticos. (C-clay).

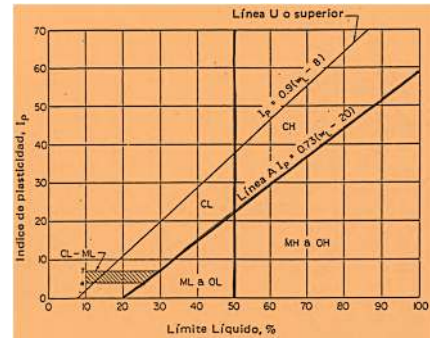
- **Suelos finos**

- ✓ Limos inorgánicos, de símbolo genérico M (del sueco mo y mjala)
- ✓ Arcillas inorgánicas, del símbolo genérico C (clay)
- ✓ |Limos y arcillas orgánicas, de símbolo genérico O (organic)

Para los suelos altamente orgánicos como la turba y los suelos pantanosos, exageradamente compresibles poseen un símbolo Pt (del inglés pea; turba) (Juárez, 2005, p. 155).

**Tabla 11. Sistema unificado de clasificación de suelos – SUCS (Unified soil classification system - Uscs).**

| DIVISIONES PRINCIPALES   |   | SIMBOLOS DEL GRUPO   | NOMBRES TÍPICOS  | IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO  |   |  |
|--|---|--|--|--|---|--|
| SUELOS DE GRANO GRUESO<br>Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200 | GRAVAS<br>Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4.75 mm) | Gravas limpias (sin o con pocos finos)   | <b>GW</b>  | Gravas bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos. | <p>Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue:</p> <p>&lt;3% → GW, GP, SW, SP.<br/>&gt;12% → GM, GC, SM, SC.<br/>5 al 12% → casos límite que requieren usar doble símbolo</p> |  |
|  |   | Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)                                      | <b>GP</b>  | Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena pocos finos o sin finos    |   |  |
|  |   | ARENAS<br>Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4.75 mm) | Arenas limpias (pocos o sin finos)                                   | <b>GM</b>  |   | Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo   |
|  |   |  | Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)                      | <b>GC</b>  |   | Gravas arcillas, mezclas grava-arena-arcilla   |
|  |   |  | Arenas limpias (pocos o sin finos)                                   | <b>SW</b>  |   | Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos   |
|  | Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)   | <b>SP</b>  | Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos      |  |   |  |
|  | SUELOS DE GRANO FINO<br>Más de la mitad de material pasa por el tamiz número 2000.          | Limos y Arcillas:<br>Limite Líquido menor de 50<br>LL<50                             |  | <b>ML</b>  |   | Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillas, o limos arcillosos con ligera plasticidad |
|  |   |  |  | <b>CL</b>  |   | Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.                       |
|  |   |  |  | <b>OL</b>  |   | Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.  |
|  |   | Limos y Arcillas:<br>Limite Líquido mayor de 50<br>LL>50                             |  | <b>MH</b>  |   | Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.  |
|  |   |  | <b>CH</b>  | Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.                            |   |  |
|  |   | <b>OH</b>  | Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevadas; limos orgánicos. |  |   |  |
| Suelos muy orgánicos   |   |  | <b>PT</b>  | Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.                     |   |  |



Fuente: Elaboración Propia.

## 2.2.3 Propiedades Mecánicas de los Suelos

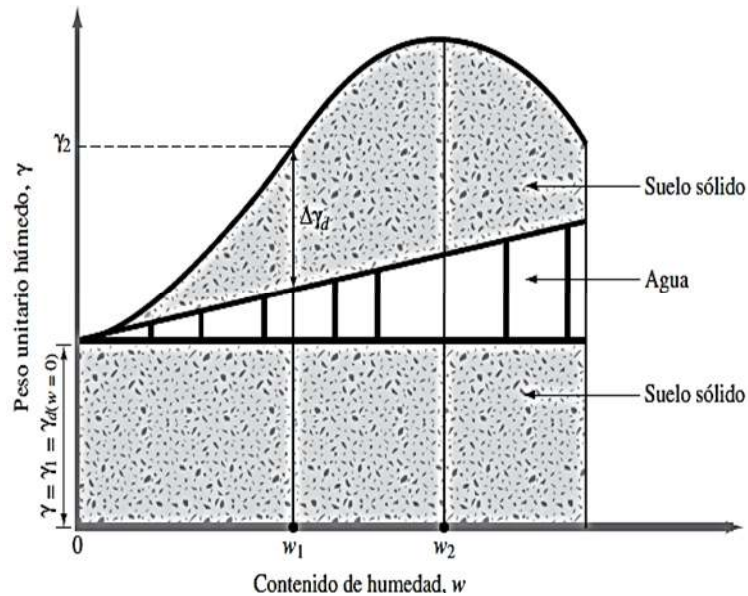
### a. Compactación de suelos

Se define como la solidificación del espécimen al eliminar aire, usando energía mecánica (Braja M. Das, 2015, p. 91).

Es importante la compactación ya que incrementa en el espécimen su resistencia disminuyendo la compresibilidad de los mismos (Crespo, 2004, p. 99).

Proceso mecánico con el que se busca mejorar las características de resistencia, compresibilidad y esfuerzo deformación de los mismos (Rico y Del Castillo, 1976, p. 153).

En este proceso de compactación juega un papel primordial la cantidad de agua presente. (Jiménez y De Justo, 1975, p. 2321).



**Figura 15. Principio de compactación**  
Fuente: (Braja M. Das, 2015, p. 91).

- **Prueba de Proctor Modificado**

Es determinar el peso por unidad de volumen por un procedimiento definido para contenidos de humedad diferentes (Crespo, 2004, p. 102).

Para llevar a cabo la prueba Proctor modificada se usa el mismo molde, con un volumen de 943.3 cm<sup>3</sup>, como en el caso de la prueba Proctor estándar. Sin embargo, el suelo es compactado en cinco capas por un pisón que pesa 44.5 N. La caída del martillo es de 457.2 mm. El número de golpes de martillo por capa es de 25 como en el caso de la prueba Proctor estándar (Braja M. Das, 2001, p. 59).

Es la representación más adecuada y mucho mejor de las condiciones de campo (Prueba D-1557 de la ASTM y Prueba T-180 de la AASHTO) (Braja M. Das, 2001, p. 59).

$$E = \frac{(25 \text{ golpes/capa})(5 \text{ capas})(44.5 \times 10^{-3} \text{ KN})(0.4572 \text{ m})}{943.3 \times 10^{-6} \text{ m}^3} = 2696 \text{ KN} - \frac{\text{M}}{\text{m}^3}$$

La masa de la muestra requerida para el Método A y B es aproximadamente 16 kg (35 lbm) y para el Método C es aproximadamente 29 kg (65 lbm) de suelo seco. Debido a esto, la muestra de campo debe tener un peso húmedo de al menos 23 kg (50 lbm) y 45 kg (100 lbm) respectivamente (MTC - Manual Ensayo de Materiales, 2016, p. 108).

**Tabla 12. Especificaciones de la prueba Proctor modificada (Basadas en Norma ASTM Prueba 1577)**

| <b>Elemento</b>                                       | <b>Método A</b>  | <b>Método B</b>  | <b>Método C</b>  |
|---|--|--|--|
| <b>Diámetro del molde</b>                             | 101.6mm  | 101.6 mm   | 152.4 mm   |
| <b>Volumen del molde</b>                              | 943.3cm  | 3 943.3 cm <sup>3</sup>  | 2124 cm <sup>3</sup>   |
| <b>Peso del martillo</b>                              | 44.5 N   | 44.5 N   | 44.5 N   |
| <b>Altura de la caída del martillo</b>                | 457.2 mm   | 457.2 mm   | 457.2 mm   |
| <b>Número de golpes de martillo por capa de suelo</b> | 25   | 25   | 56   |
| <b>Número de capas de compactación</b>                | 5  | 5  | 5  |
| <b>Energía de compactación</b>                        | 2696 kN-m/m <sup>3</sup>   | 2696 kN-m/m <sup>3</sup>   | 2696 kN-m/m <sup>3</sup>   |
| <b>Suelo utilizado</b>                                | Porción que pasa el tamiz núm. 4 (4.57 mm). Puede ser utilizada si 20% o menos del peso de material es retenido en el tamiz núm. 4 | Porción que pasa el tamiz de 9.5 mm. Puede utilizarse si el suelo retenido en el tamiz núm. 4 es más de 20% y 20% o menos del peso es retenido en el tamiz de 9.5 mm | Porción que pasa el tamiz de 19 mm. Puede utilizarse si más de 20% del material es retenido en el tamiz de 9.5 mm y menos de 30% del peso es retenido en el tamiz de 19 mm |

Fuente: (Braja M. Das, 2015).

- **Prueba de Proctor Estándar**

Es donde se halla la relación de contenido de agua y el peso unitario del espécimen (MTC - Manual Ensayo de Materiales –2016, p. 119).

**b. California Bearing Ratio (CBR)**

Usado para hallar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, usado también en materiales de reciclaje para su uso en vías terrestres como de aterrizaje. siendo el CBR obtenido en este ensayo forma parte global de varios métodos de diseño de pavimento flexible (MTC - Manual Ensayo de Materiales –2016, p. 248). La muestra deberá ser preparada y los especímenes para la compactación deberán prepararse de acuerdo con los procedimientos dados en los métodos de prueba NTP

339.141 o NTP 339.142 para la compactación de un molde de 152,4mm (6”) excepto por lo siguiente (MTC - Manual Ensayo de Materiales –2016, p. 250):

- Si todo el material pasa el tamiz de 19mm (3/4”), toda la graduación deberá usarse para preparar las muestras a compactar sin modificación. Si existe material retenido en el tamiz de 19 mm (3/4”), este material deberá ser removido y reemplazado por una cantidad igual de material que pase el tamiz de 3/4 de pulgada (19 mm) y sea retenido en el tamiz N° 4 obtenido por separación de porciones de la muestra no de otra forma usada para ensayos (MTC - Manual Ensayo de Materiales –2016, p. 250).

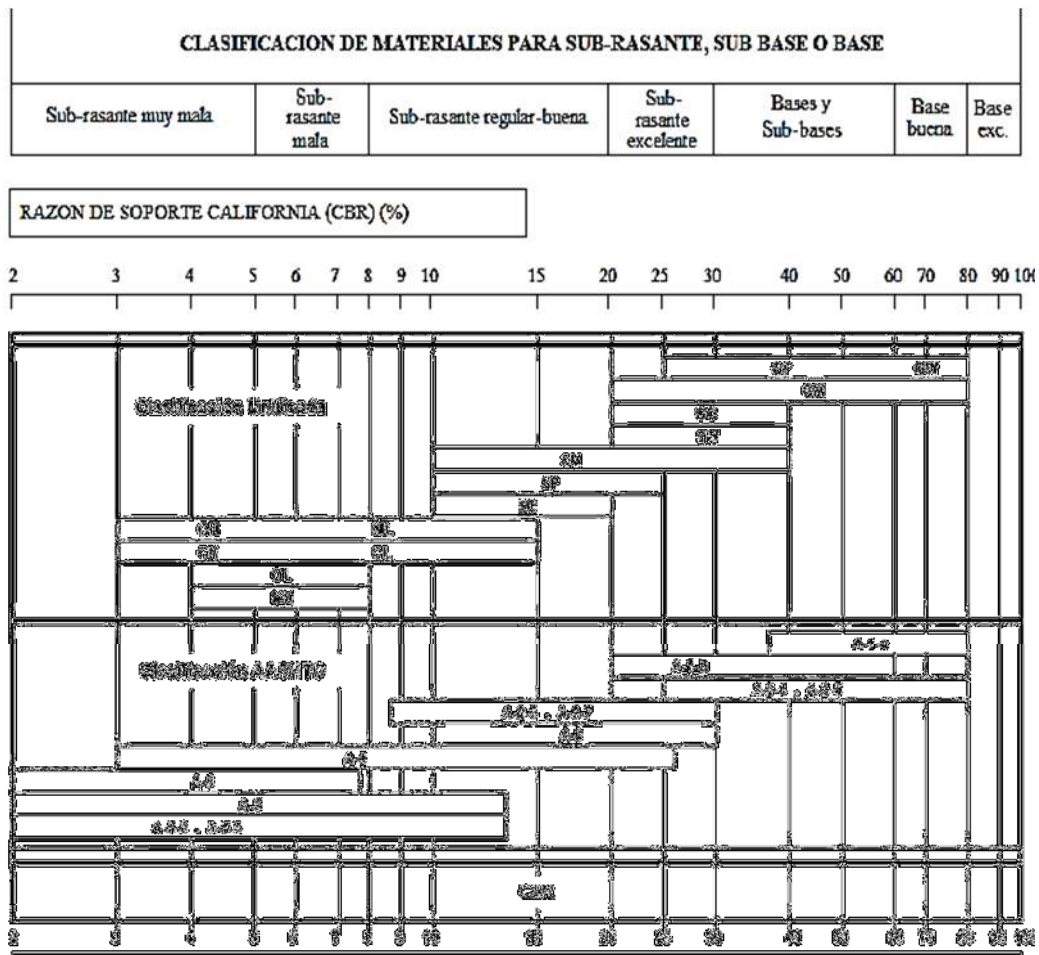


Figura 16. Correlación entre AASHTO M-145, Clasificación SUCS y CBR.  
Fuente: SIECA 2002; Manual Centroamericano para Diseño de Pavimento.



## **2.2.4 Subrasante**

Es donde la estructura del pavimento o afirmado descansara, siendo una superficie terminada o el nivel de movimientos de tierra (MTC - Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 20).

Los suelos por debajo del nivel superior de la subrasante, en una profundidad no menor de 0.60 m, deberán ser suelos adecuados y estables con  $CBR \geq 6\%$ . En caso de que el suelo, debajo del nivel superior de la subrasante que tenga un  $CBR < 6\%$  (subrasante pobre o Subrasante inadecuada), corresponde estabilizar, para lo cual el Ingeniero responsable analizara según la naturaleza del suelo alternativas de solución, como la estabilización mecánica, el remplazo, estabilización química, estabilización con geo sintéticos, elevación de la rasante (MTC - Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 21).

### **a. Características de la subrasante**

Con el objetivo de determinar las características Físico – mecánicas de los materiales de la subrasante se llevarán a cabo investigaciones mediante ejecución de pozos exploratorios o calicatas de 1.5 m de profundidad mínima (MTC - Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 26).

- **Físicas**

Los suelos extraídos serán descritos y clasificados de acuerdo a la metodología AASTHO y SUCS.

✓ **Granulometría**

**Tabla 13. Clasificación según tamaño de partículas**

| Tipo de material     |                | Tamaño de las partículas |
|----------------------|----------------|--------------------------|
| <b>Grava</b>         |                | 75mm – 4.75 mm           |
| <b>Arena</b>         |                | Arena gruesa             |
|                      |                | Arena media              |
|                      |                | Arena fina               |
| <b>Material Fino</b> | <b>Limo</b>    | 0.075mm – 0.005 mm       |
|                      | <b>Arcilla</b> | Menor a 0.005 mm         |

Fuente: MTC Manual de Carreteras Suelos y Pavimentos.

✓ **Plasticidad**

**Tabla 14. Clasificación según su plasticidad**

| Índice de plasticidad | Plasticidad      | Características                    |
|-----------------------|------------------|------------------------------------|
| IP>20                 | Alta             | Suelos muy arcillosos              |
| IP≤20<br>IP>20        | Media            | Suelos arcillosos                  |
| IP<7                  | Baja             | Suelos poco arcillosos plasticidad |
| IP=0                  | No Plástico (NP) | Suelos exentos de arcilla          |

Fuente: MTC - Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

✓ **Contenido de Humedad**

Es el contenido de agua existente en el suelo natural, el cual se expresa en porcentaje y es la relación del peso del agua con el peso del suelo seco multiplicado por 100.

$$W = \frac{\text{Peso de Agua}}{\text{Peso del suelo seco}} \times 100$$

$$W = \frac{M_{CWS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} \times 100 = \frac{M_W}{M_S}$$

Donde:

- W** = Contenido de humedad en (%).  
 **$M_{CWS}$**  = Peso del contenedor y el suelo húmedo (g).  
 **$M_{CS}$**  = peso del contenedor y el suelo secado en horno (g).  
 **$M_C$**  = Peso del contenedor (g).  
 **$M_W$**  = Peso del agua (g).  
 **$M_S$**  = Peso del suelo seco (g).

✓ Clasificación de los suelos

Tabla 15. Correlación de suelos AASHTO - SUCS

| Clasificación de suelos<br>AASHTO<br>AASHTO M - 145 | Clasificación de suelo<br>SUCS ASTM – D- 2487 |
|---|---|
| A-1-a   | GW, GP, GM, SW, SP,<br>SM                     |
| A-1-b   | GM, GP, SM, SP                                |
| A-2   | GM, GP, SM, SC                                |
| A-3   | SP  |
| A-4   | CL, ML  |
| A-5   | ML, MH, CH                                    |
| A-6   | CL, CH  |
| A-7   | OH, MH, CH                                    |

Fuente: MTC - Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

• Mecánicas

✓ Ensayo de Proctor modificado

✓ Ensayo de CBR

Tabla 16. Categorías de subrasante

| Categorías de Subrasante        | CBR                      |
|---------------------------------|--------------------------|
| $S_0$ : Subrasante Inadecuada   | CBR < 3%                 |
| $S_1$ : Subrasante insuficiente | De CBR ≥ 3% a CBR < 6%   |
| $S_2$ : Subrasante Regular      | De CBR ≥ 6% a CBR < 10%  |
| $S_3$ : Subrasante Buena        | De CBR ≥ 10% a CBR < 20% |
| $S_4$ : Subrasante Muy buena    | De CBR ≥ 20% a CBR < 30% |
| $S_5$ : Subrasante Excelente    | De CBR ≥ 30%             |

Fuente: MTC - Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

## **2.2.5 Estabilización de Suelos para pavimentos**

Se define como el proceso por el cual modificamos sus propiedades físicas usando procesos mecánicos e introduciendo productos químicos, naturales o sintéticos, especialmente en subrasante inadecuada o pobre (MTC - Manual de Carreteras, Sección suelos y Pavimentos, 2014, p. 96).

Es la modificación de propiedades de ingeniería de suelo in situ, colocando en dos categorías principales: (1) la estabilización química y (2) la estabilización mecánica (Braja M. Das, 2015, p. 266).

### **a. Estabilización Mecánica**

Es en este proceso que se usa fuerzas externas sin cambiar en el espécimen su estructura ni composición básica, usándose principalmente la compactación, reduciendo los vacíos presentes (MTC - Manual de Carreteras, Sección suelos y Pavimentos, 2014, p. 98).

Este proceso implica el uso de métodos que mejoran las propiedades del suelo ingenierilmente sin adición de agentes u otras energías de unión de partículas es decir no hay efectos químicos o de unión. Comprende, entre otros, los siguientes:

- Compactación
- Vibroflotación.
- Voladura o blasting.
- Compactación dinámica.
- Precarga.
- Drenes de arena.

(Braja M. Das, 2015, p. 267).

## **b. Estabilización**

Es donde la estabilización se logra al realizar un préstamo de material y el existente en obra (MTC - Manual de Carreteras, Sección suelos y Pavimentos, 2014, p. 98).

## **c. Estabilización por sustitución de suelos**

Es cuando se realiza la extracción del material existente o su colocación por encima de ese material inicial para tener propiedades adecuadas (MTC - Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 98).

## **d. Estabilización química**

Es la utilización de sustancias químicas patentizadas en donde se da la sustitución de iones metálicos cambia la constitución del suelo involucrado en el proceso, mejorando las propiedades, comportamiento y manejabilidad del suelo (Valle, 2010, p. 15).

### **d.1. Estabilización con Cal**

Es la estabilización del suelo con la aplicación de cal llamado también aéreas y estas mezcladas con agua (MTC - Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 101).

Cuando tenemos arcillas muy plásticas podemos disminuir dicha plasticidad y consecuentemente los cambios volumétricos de la misma asociados a la variación en los contenidos de humedad con el solo hecho de agregarle una pequeña proporción de cal.

Este es un método económico para disminuir la plasticidad de los suelos y darle un aumento en la resistencia. Los porcentajes por agregar varían del 2 al 6% con respecto al suelo seco del material para estabilizar, con estos porcentajes se consigue estabilizar la actividad de las arcillas obteniéndose un descenso en el

índice de plasticidad y un aumento en la resistencia (MTC - Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 101).

#### **d.2. Estabilización con cemento**

Llamado también suelo-cemento usado en suelos disgregados con cemento seguida de una compactación y un curado, adecuado convirtiéndose el material suelto en otro endurecido, de resistencia buena, en comparación con el concreto sus partículas no están envueltos sino unidos entre sí (MTC - Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 102).

#### **d.3. Estabilización con Escoria**

Es la mezcla de suelo y escoria la cual es obtenida de acería o de otros hornos de fundación. De esta manera se logra mejorar sus propiedades del suelo para una correcta respuesta (MTC - Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 103).

#### **d.4. Estabilización con cloruro de Sodio**

Es la aplicación de sal para controlar el polvo y en otros casos para evitar la evaporación del contenido de agua en zonas secas (MTC - Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 104).

#### **d.5. Estabilización con cloruro de calcio**

Este agente ayuda a mejora la resistencia, ayuda a la compactación, previene el desmoronamiento y disminuye el polvo en el material en donde se aplica (MTC - Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 106).

#### **d.6. Estabilización con cloruro de magnesio**

Agente que mejora las cualidades de resistencia del suelo, en donde la superficie de rodadura es más dura (MTC - Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 106).

#### **d.7. Estabilización con productos Asfáltico**

La mezcla de un suelo con un producto asfáltico puede tener como finalidad:

- Un aumento de su estabilidad por las características aglomerantes del ligante que envuelve las partículas del suelo.
- Una impermeabilización del suelo, haciéndolo menos sensible a los cambios de humedad y por tanto más estable en condiciones adversa.

La dosificación necesaria de ligante es función principal de la granulometría (superficie específica) del suelo. Los suelos más adecuados son los granulares con pocos finos, de reducida plasticidad que presentan menos el 20% que pasa la malla N° 200,  $LL < 30$  e  $IP < 10$ . (MTC - Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 107).

#### **d.8. Estabilización con geosintéticos**

A diferencia de los suelos, los geosintéticos proporcionan resistencia a la tracción y una mejora significativa en el rendimiento y construcción de pavimento (MTC - Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 107).

## **2.2.6 Estiércol**

### **a. ¿Qué es el Estiércol?**

Tanto el estiércol como los purines son una mezcla de las heces de los animales con los orines y la cama. El estiércol es aquel material que puede ser manejado y almacenado como sólido, mientras que los purines son los líquidos (Iglesias, 1995, p. 3).

Es el excremento producido por el vacuno y caballar, de igual forma los demás animales y humanos también se denomina excremento, con la diferencia la composición existente en cada uno de ellos por la alimentación (Arellano, Cruz y Huertas 2014, p. 6).

### **b. Usos del estiércol**

El estiércol tiene muchas utilidades entre ellas son:

- Aporta materia orgánica al suelo (Iglesias, 1995, p. 4).
- Aporta nutrientes a las plantas (Iglesias, 1995, p. 4).
- Como parte de las construcciones de viviendas de maderas (Revista colombiana ciencias animales, 2013, p. 267)

### **c. Producción y composición del estiércol**

Como ya se ha dicho, son muchos los elementos que pueden entrar a formar parte del estiércol y, por lo tanto, es difícil fijar tanto la cantidad que se produce como las características de composición del mismo. Es por ello que se van a dar unos valores generales (Iglesias, 1995, p. 5).



**Tabla 17. Composición de Estiércol y obtención de la ceniza de boñiga**

| Estiércol | Producción al Año | Producción por día | Material obtenido después del secado | Ceniza obtenida después de la Combustión de 1 Kg. de boñiga |       |       |
|-----------|-------------------|--------------------|--------------------------------------|---|-------|-------|
| VACUNO    | Kg                | Kg                 | Kg                                   | Ensayos   |       |       |
|           | 20200             | 50                 | 30                                   | 0.215   | 0.220 | 0.210 |
|           |                   |                    |                                      | 0.215 (21.5%)   |       |       |

Fuente: (Iglesias, 1995, p. 6 y propia).

**Tabla 18. Población Pecuaria por especie según región**

| Región                | Ave         | Alpaca    | Llama     | Caprino   | Ovino      | Porcino    | Vacuno    | Vacas en ordeño |
|-----------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------|
| <b>TOTAL NACIONAL</b> | 156 637 701 | 4 330 710 | 1 106 710 | 1 814 359 | 11 338 424 | 3 187 254  | 5 535 569 | 889114          |
| Tumbes                | 154270      | 0         | 0         | 62430     | 7580       | 30480      | 22350     | 389             |
| Piura                 | 6138251     | 79        | 0         | 345496    | 341213     | 169531     | 279247    | 24275           |
| Lambayeque            | 1868521     | 0         | 0         | 91548     | 68810      | 68810      | 113514    | 18913           |
| La Libertad           | 25241243    | 7851      | 0         | 98187     | 356486     | 113018     | 237507    | 43042           |
| Cajamarca             | 8399389     | 1180      | 0         | 99202     | 455567     | 297734     | 645182    | 162289          |
| Cajamarca             | 3444734     | 1180      | 0         | 66334     | 343654     | 89450      | 262247    | 97808           |
| Chota                 | 201457      | 0         | 0         | 20450     | 103320     | 104650     | 276310    | 59049           |
| Jaén                  | 2931988     | 0         | 0         | 12408     | 8593       | 103634     | 106625    | 5431            |
| Amazonas              | 1521527     | 0         | 0         | 12640     | 21744      | 85690      | 247610    | 74885           |
| Ancash                | 2640336     | 10320     | 0         | 169610    | 672175     | 170334     | 305720    | 13463           |
| Lima                  | 58064430    | 46625     | 21904     | 167335    | 305462     | 460253     | 245851    | 76070           |
| Ica                   | 1476771442  | 0         | 0         | 78925     | 29996      | 54124      | 5124      | 11507           |
| Huánuco               | 1763395     | 6850      | 3530      | 102170    | 529453     | 405230     | 292412    | 32349           |
| Pasco                 | 141530      | 133225    | 44169     | 6173      | 698536     | 51993      | 119663    | 28427           |
| <b>Junín</b>          | 3554426     | 91678     | 59605     | 10680     | 1478438    | 168586     | 321586    | 37386           |
| Huancavelica          | 392876      | 252713    | 127731    | 171566    | 620737     | 174439     | 174439    | 12803           |
| Arequipa              | 19046592    | 421292    | 87181     | 20736     | 187138     | 95391      | 205693    | 75027           |
| Moquegua              | 60303       | 145310    | 38640     | 8347      | 49611      | 13482      | 23870     | 5297            |
| Tacna                 | 1184631     | 78245     | 28405     | 17155     | 36005      | 36232      | 1884      | 566             |
| Ayacucho              | 843901      | 209143    | 85162     | 204583    | 611215     | 106597     | 431096    | 29964           |
| Apurímac              | 307629      | 215050    | 72980     | 109650    | 455479     | 134847     | 296290    | 32433           |
| Abancay               | 189229      | 195470    | 54862     | 55420     | 314412     | 50902      | 189870    | 20537           |
| Andahuaylas           | 118400      | 19580     | 18120     | 54230     | 141067     | 83945      | 109420    | 11896           |
| Cusco                 | 1192249     | 674939    | 142064    | 37566     | 1422140    | 160173     | 423941    | 79822           |
| Puno                  | 1727180     | 2036210   | 394830    | 0         | 2950630    | 112320     | 721050    | 99130           |
| San Martín            | 4484888     | 0         | 0         | 0         | 7521       | 129292     | 213566    | 19453           |
| Loreto                | 4158978     | 0         | 0         | 360       | 12800      | 85320      | 46870     | 1253            |
| Ucayali               | 6058039     | 0         | 0         | 0         | 10129      | 4963046870 | 45690     | 3920            |
| Madre de Dios         | 485976      | 0         | 0         | 0         | 9559       | 13750      | 56420     | 1352            |

Fuente: Producción Agropecuaria y Avícola 2017 – Ministerio de Agricultura

## **2.3 Definición de términos**

### **2.3.1 Ceniza**

La ceniza es el producto de la combustión de algún material, de color gris claro, compuesto por lo general por óxidos metálicos, sílice, sales alcalinas y terreas (Real Academia Española: Diccionario de la lengua española).

### **2.3.2 Boñiga**

Presenta un origen en áreas lingüísticas del gallego y significa estiércol de vaca (Santano, 2014, p. 257).

Es el estiércol de vacuno el cual se encuentra en estado líquida o deshidratado en la intemperie, el cual toma meses para su deshidratación, de característica dura y a la vez liviana y ante presencia de fuego es de fácil encendido (Definición propia).

### **2.3.3 Ceniza de Boñiga (CB)**

Es el resultado de la combustión del estiércol de vacuno en estado seco o maduro (boñiga), el cual posee una característica fina de color plomo oscuro, este material lo encontramos en zonas rurales donde es usado a la hora de la cocción de alimentos en los fogones ante la escasez de otro material para la combustión (Definición propia).

## **2.4 Hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis General**

La aplicación de ceniza de boñiga es efectiva en la estabilización en subrasantes plásticas.

## **2.4.2 Hipótesis Específica(s)**

- a. La aplicación de la ceniza de boñiga afecta directamente proporcional en las propiedades físicas de la estabilización en subrasantes plásticas.
- b. La aplicación de la ceniza de boñiga es efectiva y directamente proporcional en las propiedades mecánicas de la estabilización en subrasante plástica.

## **2.5 Variables**

### **2.5.1 Definición conceptual de la variable**

#### **2.5.1.1 Variable Independiente (X) Ceniza de boñiga:**

Es el resultado de la combustión del estiércol de vacuno en estado seco o maduro (boñiga), el cual posee una característica fina de color plomo claro, este material lo encontramos en zonas rurales donde es usado a la hora de la cocción de alimentos en los fogones ante la escasez de otro material para la combustión (definición propia).

#### **X: CENIZA DE BOÑIGA**

#### **2.5.1.2 Variable Dependiente (Y) Estabilización de subrasantes plásticas:**

La estabilización de subrasantes plásticas es el procedimiento por el cual se va a incrementar la resistencia con el fin de que responda adecuadamente a cargas dinámicas y eventos atmosféricos que se presentan durante su desarrollo.

La estabilización es el proceso combinar o mezclar diferentes suelos, teniendo el suelo patrón y otro externo mejorando sus propiedades, alcanzando una óptima distribución o también se puede dar por la mezcla del suelo patrón y aditivos optimizando su textura y plasticidad (Hernández, Mejía y Zelaya, 2016, p. 48)

## **Y: ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES PLÁSTICAS**

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

#### **2.5.2.1 Ceniza de boñiga**

Se obtendrá al someter a combustión de la boñiga en fogones, el cual después de un proceso de combustión se tendrá el material donde se evaluará su efecto en las subrasantes plásticas.

#### **2.5.2.2 Estabilización de subrasantes plásticas**

Se medirá con la adición de la ceniza de boñiga a las subrasantes plásticas en porcentajes de 1%, 3% y 5% y la muestra en su estado natural, las cuales serán sometidas al ensayo de Contenido de humedad (Norma Técnica Peruana 339.127-1998 (revisada 2019)), Granulometría (Norma Técnica Peruana 339.128-1999 (revisada 2019)), El Ensayo de Límites de Atterberg, el índice de plasticidad (Norma Técnica Peruana 339.129-1999 (revisada 2019)), Proctor modificado (MTC E 115) y El ensayo de capacidad de soporte - California Bearing Ratio (CBR) se encuentra en el marco normativo (MTC E 132), encontrándose en la Norma Técnica Peruana y el Manual de ensayo de Materiales del Ministerio de Transportes y comunicaciones – 2016.

### 2.5.3 Operacionalización de la variable

Tabla 19. Operacionalización de variables

| Variables  | Definición Conceptual  | Dimensiones                           | Indicadores                         |
|--|--|---------------------------------------|-------------------------------------|
| <p><b>Variable independiente (X):</b><br/>Ceniza de Boñiga</p>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Es el resultado de la combustión de la boñiga en estado seco o maduro, el cual posee una característica fina de color plomo oscuro (Definición propia).</li> </ul>  | <p>Porcentaje de ceniza de boñiga</p> | <p>1%<br/>3%<br/>5% de su peso</p>  |
| <p><b>Variable dependiente(Y):</b><br/>Estabilización de subrasantes plásticas</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>La estabilización es el proceso de combinar o mezclar materiales con el suelo para mejorar sus propiedades. El proceso puede incluir la mezcla entre diversos tipos de suelos para alcanzar una graduación deseada o la mezcla del suelo con aditivos disponibles en el mercado, que puedan mejorar su graduación, textura o plasticidad. (Hernández 2016)</li> </ul> | <p>Propiedades Físicas</p>            | <p><b>Granulometría</b></p>         |
|  |  |                                       | <p><b>Límite líquido</b></p>        |
|  |  |                                       | <p><b>Límite plástico</b></p>       |
|  |  |                                       | <p><b>Índice de plasticidad</b></p> |
|  |  |                                       | <p><b>Contenido de humedad</b></p>  |
|  |  | <p>Propiedades Mecánicas</p>          | <p><b>Proctor modificado</b></p>    |
| <p><b>CBR</b></p>  |  |                                       |                                     |

Fuente: Elaboración Propia

## **CAPITULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1 Método de investigación**

En la presente investigación se empleó el método científico, que son procedimientos para sacar a la luz información importante y fehaciente, para comprender, comprobar, enmendar o emplear el intelecto” (Tamayo y Tamayo, 2003, p. 37).

En la presente investigación se aplicó el método científico, consiste en tomar una muestra de suelo, al cual se le aplicará en proporciones de 1%, 3% y 5% la ceniza de boñiga, la muestra será sometidas a pruebas de estudio de mecánica de suelos, con la finalidad de comparar si dicha adición mejora las propiedades físicas y mecánicas de los suelos plásticos.

### **3.2 Tipo de investigación**

La presente investigación fue de tipo aplicada porque se estima, coteja, desarrolla, se establece antecedentes, causa y consecuencia (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 42).

La presente investigación fue de carácter aplicada ya que se evaluó los resultados los cuales sirvió para cotejar, asimismo se desarrolló, y se estableció antecedentes, causas y consecuencias que se dio al estabilizar las subrasantes plásticas para mejorar las propiedades físicas y mecánicas cuando se aplicó la ceniza de boñiga en 1%, 3% y 5% en suelos plásticos a nivel de subrasante.

### **3.3 Nivel de investigación**

La investigación de nivel correlacional, ya que se avoca a conocer la relación o grado de asociación existente entre dos o más variables en una muestra o escenario particular (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 93).

La presente investigación es de carácter correlacional, ya que busca identificar la relación que tiene la variable dependiente ceniza de boñiga en 1%, 3% y 5% en la estabilización de subrasantes plásticas.

### **3.4 Diseño de investigación**

En los diseños cuasi experimentales, los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están conformados antes del experimento (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 151).

El diseño de la presente investigación es cuasi experimental porque es un proceso en el cual estudiaremos una muestra de un suelo plástico a nivel de subrasante de un determinado lugar ya seleccionada por cumplir características necesarias al tema de investigación.

Estudiaremos el diseño de un suelo plástico a nivel de Subrasante para obras viales pavimentadas en comparación con el nuevo diseño elaborado con la adición de un

porcentaje ceniza de boñiga al 1%, 3% y 5%, teniendo a los estudios de mecánica de suelos como principal herramienta de experimentación y pudiendo apreciar las alteraciones físicas y mecánicas.

**Tabla 20. Diseño de la investigación**

| <b>Grupo Experimental</b> | <b>Estimulo</b> | <b>Posprueba</b> |
|---------------------------|-----------------|------------------|
| G                         | -               | $O_1$            |
| G                         | X               | $O_2$            |

**Fuente: Elaboración propia.**

**Donde:**

**G= Subrasantes plásticas.**

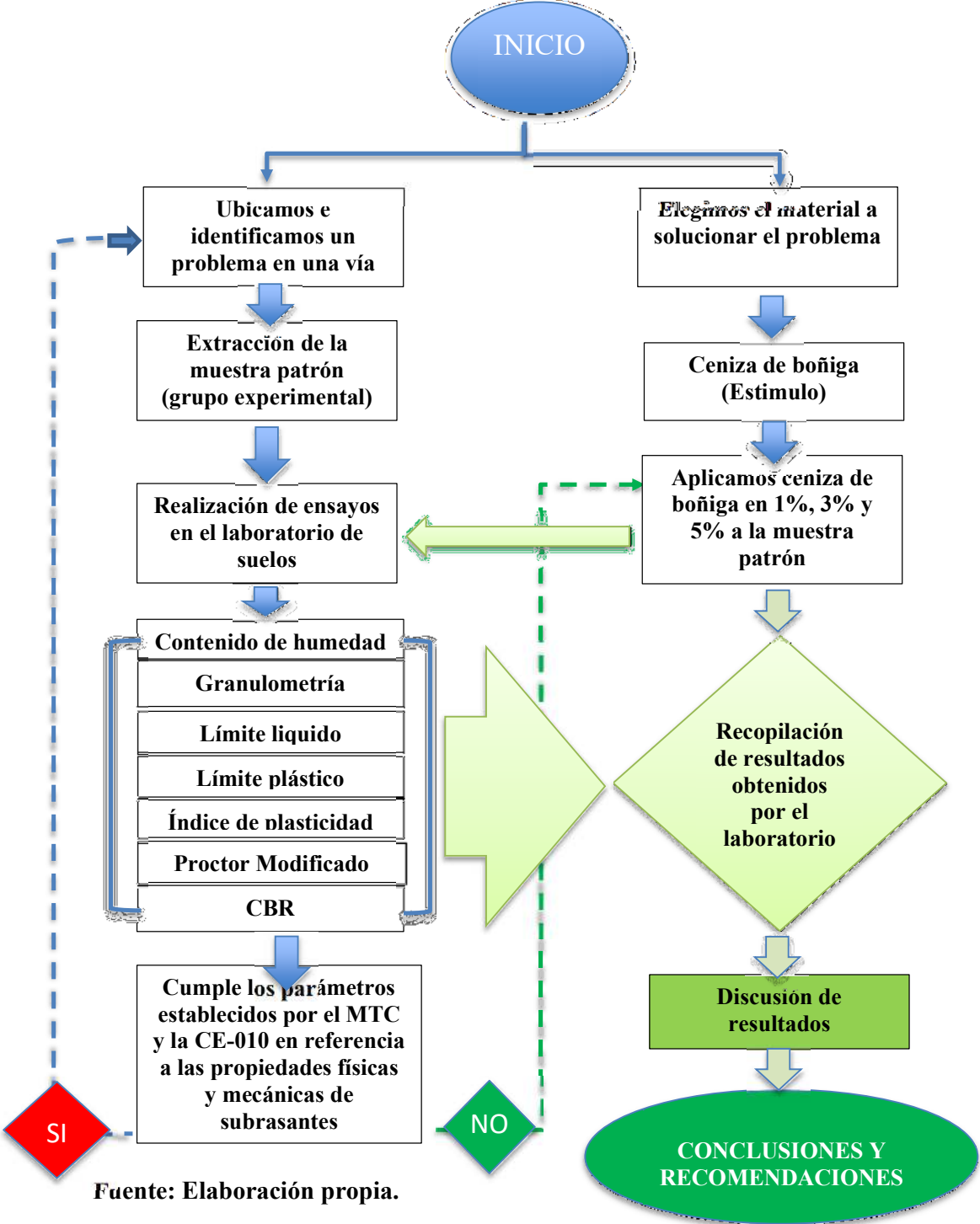
**X= Estimulo (ceniza de boñiga).**

**$O_1$ =Estabilizacion de subrasantes plásticas si estimulo.**

**$O_2$ = Estabilización de subrasantes plásticas con estimulo.**



Figura 17. Flujo del diseño de investigación.



Fuente: Elaboración propia.

**3.4.1 Fase 1: Ubicamos e identificamos un problema existente en una vía, extracción de la muestra patrón y elección del material a solucionar el problema existente.**

- Ubicamos e identificamos la problemática en un determinado contexto, eligiendo la Asociación Túpac Amaru II, de la provincia de Huancayo, región Junín; siendo una vía en expansión.
- En dicha vía se pudo identificar fallas como: hundimiento, erosión y baches.
- Planteándonos un problema y de acuerdo a ello elegimos la ceniza de boñiga para comprobar la hipótesis en la presente tesis.

**Tabla 21. Descripción y datos de la vía.**

| <b>DESCRIPCIÓN DE LA VÍA</b>  |              | <b>DATOS</b>   |
|---|--------------|--|
| <b>Nombre</b>   |              | <b>Calle sin nombre</b>  |
| <b>Tipo de vía</b>  |              | <b>Vía Local de bajo volumen de tránsito (<math>IMD \leq 200</math> veh/día)</b> |
| <b>Número de puntos de investigación</b>                              |              | <b>3</b>   |
| <b>Área (<math>m^2</math>)</b>  |              | <b>1000.00 <math>m^2</math></b>  |
| <b>Ensayo de CBR</b>  |              | <b>1</b>   |
| <b>Profundidad calicata (m)</b>                                       |              | <b>1.50 m por debajo de la subrasante</b>  |
| <b>Longitud de la vía (m)</b>   |              | <b>150.00 m</b>  |
| <b>Coordenadas de ubicación UTM – WGS 84 – ref. Google Earth 2020</b> | <b>Norte</b> | <b>8666809.00 m</b>  |
|   | <b>Este</b>  | <b>479957.00 m</b>   |

**Fuente: Elaboración propia.**



**Figura 18. Localización, problemática, extracción de la MP y CB.**  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.2 Fase 2: exploración de 3 puntos de investigación en la vía.

En esta fase de acuerdo con la Norma CE.010 dice: el número de puntos de investigación será de acuerdo con el tipo de vía, con un mínimo de tres.




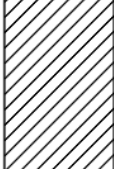
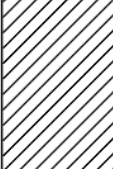
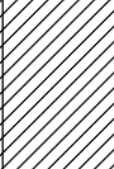
**Tabla 22. Tipo de vía y puntos de investigación.**

| Tipo de vía | Número mínimo de puntos de investigación | Área (m <sup>2</sup> ) |
|-------------|--|------------------------|
| Expresa     | 1 cada                                   | 2000                   |
| Arterial    | 1 cada                                   | 2400                   |
| Colectoras  | 1 cada                                   | 3000                   |
| Locales     | 1 cada                                   | 3600                   |

Fuente: (Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010, p. 14)

De acuerdo con el tipo de vía la calle sin nombre de la Asociación Tupac Amaru II se clasifica como una vía local, de acuerdo a ello según norma se exploró como mínimo tres puntos de investigación.

**Tabla 23. Perfil estratigráfico de las calicatas de investigación.**

| C-1             |               |   |                          | C-2             |               |   |                          | C-3             |               |   |                          |
|-----------------|---------------|---|--------------------------|-----------------|---------------|---|--------------------------|-----------------|---------------|---|--------------------------|
| PROFUNDIDAD (m) |               | 1.50  |                          | PROFUNDIDAD (m) |               | 1.50  |                          | PROFUNDIDAD (m) |               | 1.50  |                          |
| DATUM: WGS84    |               |   |                          | DATUM: WGS84    |               |   |                          | DATUM: WGS84    |               |   |                          |
| NORTE           |               | 8666809.00  |                          | NORTE           |               | 8666754.00  |                          | NORTE           |               | 8666710.00  |                          |
| ESTE            |               | 479957.00   |                          | ESTE            |               | 479914.00   |                          | ESTE            |               | 479861.00   |                          |
| PROFUNDIDAD (m) | CLASIFICACIÓN |   | CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | PROFUNDIDAD (m) | CLASIFICACIÓN |   | CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | PROFUNDIDAD (m) | CLASIFICACIÓN |   | CONTENIDO DE HUMEDAD (%) |
|                 | SIMBOLOS      | GRAFICO   |                          |                 | SIMBOLOS      | GRAFICO   |                          |                 | SIMBOLOS      | GRAFICO   |                          |
| 0.20            | CL            |  | 7.00                     | 0.20            | CL            |  |                          | 0.20            | CL            |  | 6.00                     |
| 1.30            | CL            |  | 10.00                    | 1.30            | CL            |  | 11.00                    | 1.30            | CL            |  | 11.00                    |
| 1.5             |               |   |                          | 1.5             |               |   |                          | 1.5             |               |   |                          |

Fuente: Elaboración propia.

**3.4.3 Fase 3: Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la muestra patrón (MP), muestra patrón con aplicación de ceniza de boñiga (CB) en 1%, 3% y 5% del peso seco.**

**3.4.3.1 Propiedades Físicas**

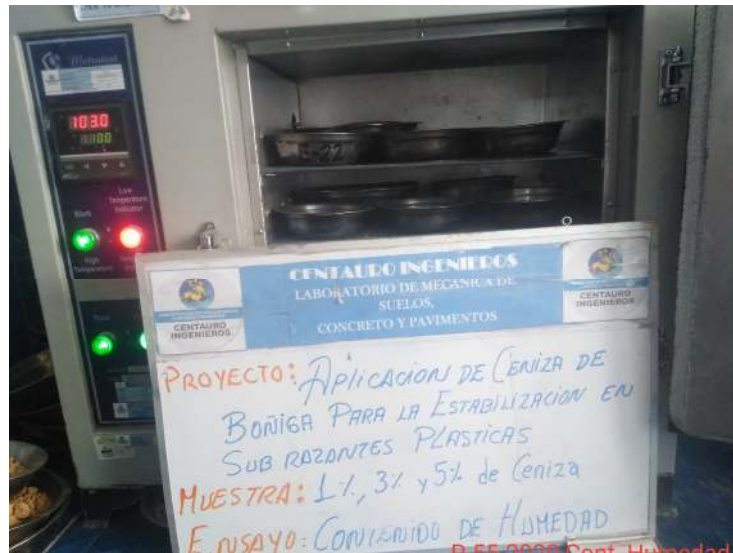
- **Contenido de Humedad NTP 339.127-1998 (revisada 2019)**

Este ensayo nos brinda información del contenido de humedad existente en la muestra patrón y de aquella que se aplica la ceniza de boñiga en 1%, 3% y 5%, para lo cual inicialmente se ha realizado el cuarteado manual e identificado el tamaño máximo de partícula el cual fue aproximadamente de 20 mm, teniendo ello se eligió una masa mínima recomendada que es de 250 g, el cual se pesó inicialmente antes de ser sometido al horno, para posteriormente también ser pesado y calcular el contenido de humedad existente en porcentaje.

**Tabla 24. Tamaño de partícula y masa mínima recomendada para el ensayo de contenido de humedad.**

| <b>Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)</b> | <b>Tamaño de malla estándar</b> | <b>Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados <math>\pm 0.1\%</math></b> | <b>Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados <math>\pm 1\%</math></b> |
|--|---------------------------------|---|---|
| 2mm o menos                                      | ITINTEC 2.00 mm (N°10)          | 20 g  | 20 g  |
| 4.75 mm  | ITINTEC 2.00 mm (N°4)           | 100 g   | 20 g  |
| 9.5 mm   | ITINTEC 2.00 mm (N° 3/8")       | 500 g   | 50 g  |
| 19.0 mm  | ITINTEC 2.00 mm (N° 3/4")       | 2.5 kg  | 250 g   |
| 37.5 mm  | ITINTEC 2.00 mm (N° 1 1/2")     | 10 kg   | 1 kg  |
| 75.0 mm  | ITINTEC 2.00 mm (3")            | 50kg  | 5 kg  |

**Fuente: (Norma Técnica Peruana 339.127-1998 (revisada 2019))**



**Figura 19. Secado de la muestra en horno.**  
**Fuente: Elaboración propia.**

- **Análisis granulométrico** -(Norma Técnica Peruana 339.128-1999 (revisada 2019))

En este ensayo se determinará cuantitativamente la distribución de las partículas de la muestra patrón y cuando se le aplique la ceniza de boñiga al 1%, 3% y 5% del peso seco, el análisis granulométrico se realizará por el método del tamizado usando las mallas 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 3/8", N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 140, N° 200. Aplicándose 60 movimientos de rotación durante un minuto como mínimo. Analizando el % que pasa en cada caso. Previamente a ello se ha secado la muestra, se ha cuarteado y se identificó el tamaño máximo de partícula que es un aproximado de 20mm, para la elección de la muestra representativa para este ensayo que es de 1000g a 2000g.

**Tabla 25. Partícula máxima y masa a usar para el ensayo.**

| Diámetro nominal máximo de las partículas por el tamiz 2,00 mm (N°10) | Masa aproximada retenida en gramos |
|---|------------------------------------|
| 76.2 mm (3 pulg)  | 5000                               |
| 50.8 mm (2 pulg)  | 4000                               |
| 38.1 mm (1 1/2 pulg)  | 3000                               |
| 25.4 mm (1 pulg)  | 2000                               |
| 19.0 mm (3/4 pulg)  | 1000                               |
| 9.5 mm (3/8 pulg)   | 500                                |

Fuente: (Norma Técnica Peruana 339.128-1999 (revisada 2019))



**Figura 20. Ensayo de Análisis granulométrico**  
Fuente: Elaboración propia.

- **Límite de Líquido** (Norma Técnica Peruana 339.129-1999 (revisada 2019))

En este ensayo se realizó por el método multipunto, por el procedimiento de preparación seca, para lo cual se usa el material que pasa el tamiz de 425 $\mu$ m (N°40), un aproximado de 150 a 200 g, después de ello hacer secar la muestra a temperatura de ambiente o en el horno a una temperatura de 60 °C, para que los terrones se

desintegren con facilidad, seguidamente agregar agua con la pizeta de manera que la mezcla sea homogénea y colocar en la copa de Casagrande, realizar con el acanalador de la parte superior a inferior una ranura, se procederá a levantar y soltar la copa girando el manubrio, y así poder apreciar cuando sierra la ranura en una distancia de 13 mm ( $\frac{1}{2}$  pulg), asimismo se tomara una muestra para colocarla en la tara y se llevara al horno por 12 a 24 horas, de igual manera anotar los números de golpes en donde se dio el cierre, realizaron tres procedimientos agregando más agua a la muestra para así tener tres datos representativos y poder interpolar a los 25 golpes que es lo que estamos buscando. Este ensayo se realizará 3 veces.



**Figura 21. Ensayo de Límite Líquido**  
**Fuente: Elaboración Propia.**

- **Límite plástico** (Norma Técnica Peruana 339.129-1999 (revisada 2019))

Se realizó con el material sobrante del ensayo de límite líquido el cual debe pesar 20 g, de ella coger 1.5 a 2.0 g para lo cual se agrega agua y se amasa para que tenga una consistencia con la cual pueda enrollarse sin que se pegue a las manos realizando una mezcla continua con la palma de las manos y la placa de vidrio formando un hilo de 3.2 mm ( $\frac{1}{8}$  pulg). En no más de 2 minutos y al presenciar fisuras en el hilo esto es



signos de que debemos parar y colocar en una tara antes pesada y los hilos acumulado no tengan menos de 6 g, se determinara el límite plástico realizando los cálculos respectivos. Este ensayo se realizará dos veces.



**Figura 22. Ensayo del límite plástico**  
**Fuente: Elaboración Propia.**

- **Índice de plasticidad** (Norma Técnica Peruana 339.129-1999 (revisada 2019))

Este parámetro es la diferencia del límite líquido y el límite plástico obtenido con anteriormente.

### **3.4.3.2 Propiedades Mecánicas**

- **Proctor modificado MTC E 115**

Este ensayo se basa a la normativa nacional MTC E 115, en donde se aplica solo para suelos que tienen 30% o menos en peso retenido por el tamiz de 19.0 mm (3/4" pulg), asimismo el método seleccionado es el método A, el cual se usa cuando el 20% o menos del peso del material es retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4). Usando un molde de 101.6 mm de diámetro (4 pulg), número de capas 5 y número de golpes por capas es 25.



**Figura 23. Ensayo de Proctor modificado**  
**Fuente: Elaboración propia.**

- **CBR (California Bearing Ratio) MTC E 132**

Para este ensayo se ha evaluado la cantidad que pasa el tamiz de 19.1 mm (3/4”) es así cuando más del 75% en peso de la muestra pasa el tamiz este será usado para dicho ensayo, tomando una muestra de 5 500 g al cual se le agregara el óptimo contenido de humedad hallada con anterioridad en el ensayo de Proctor modificado y se aplicara capas sucesivas y por ende la aplicación del número de golpes de 55, 25 y 12 en cada caso se tendrá 3 especímenes de ensayo, las cuales se someten a una inmersión por 4 días y una vez retiradas serán sometidos al ensayo de penetración y determinar el CBR.



**Figura 24. Ensayo de penetración de CBR**  
Fuente: Elaboración propia.

### **3.5 Población y muestra**

#### **3.5.1 Población**

La población en la presente investigación fue la subrasante plástica de la Calle sin Nombre de la progresiva 0+000 km a 0+150 km, ubicado en el sector de Torre Torre, Asociación Túpac Amaru II, de la Provincia de Huancayo, Región Junín.



**Figura 25. Localización de la Calle sin nombre de la Asociación Tupac Amaru**  
**Fuente: Elaboración Propia.**

### **3.5.2 Muestra**

La muestra para la presente investigación de la población fue la calicata C1 siendo la muestra patrón (MP), el cual es una subrasante plástica, obtenida utilizando el tipo de muestreo no probabilístico, de la Calle sin nombre de la Progresiva 0+000 km a 0+150 km, ubicado en el sector de Torre Torre, Asociación Tupac Amaru II, del Distrito y Provincia, Región Junín

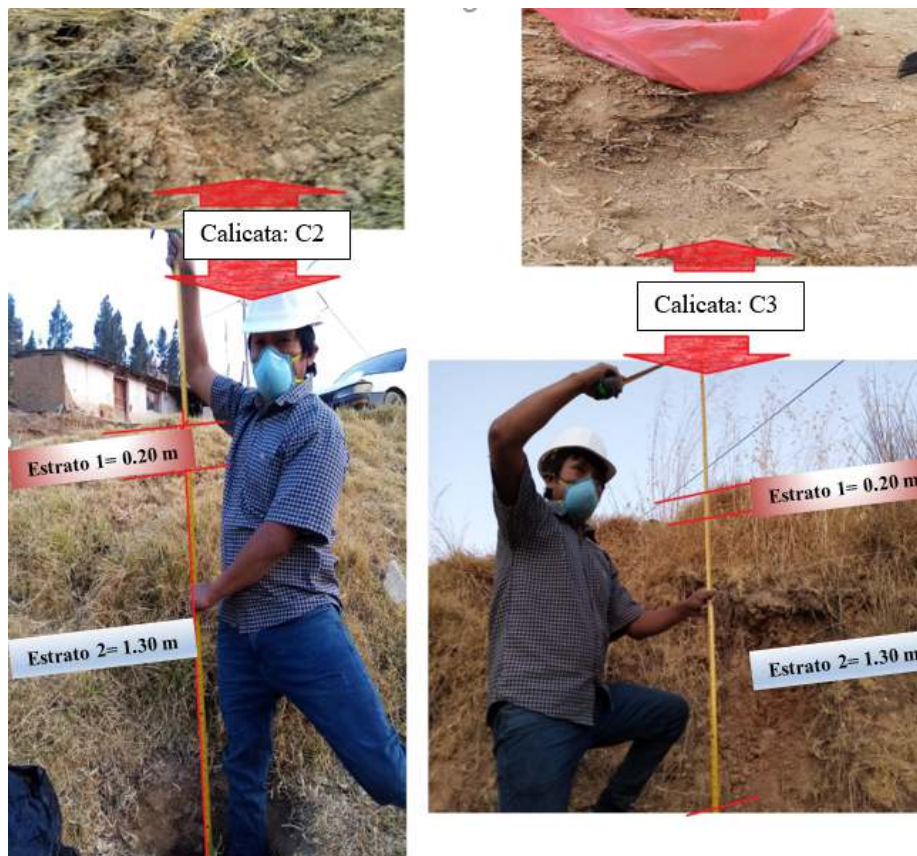
**Tabla 26. Resumen de ensayos a realizar a la muestra patrón**

| <b>Ensayos</b>                        | <b>Suelo plástico en estado natural</b> | <b>Adición de 1% de ceniza de Boñiga</b> | <b>Adición de 3% de ceniza de Boñiga</b> | <b>Adición de 5% de ceniza de Boñiga</b> |
|---------------------------------------|---|--|--|--|
| <b>Análisis granulométrico</b>        | 1                                       | 1  | 1  | 1  |
| <b>Contenido de humedad</b>           | 1                                       | 1  | 1  | 1  |
| <b>Limite liquido</b>                 | 1                                       | 1  | 1  | 1  |
| <b>Limite plástico</b>                | 1                                       | 1  | 1  | 1  |
| <b>Índice de plasticidad</b>          | 1                                       | 1  | 1  | 1  |
| <b>Proctor modificado</b>             | 1                                       | 1  | 1  | 1  |
| <b>California bearing radio (CBR)</b> | 1                                       | 1  | 1  | 1  |

**Fuente: Elaboración propia.**



**Figura 26. Estrato existente en la Calicata 1**  
**Fuente: Elaboración propia.**



**Figura 27. Extracción de muestra para el perfil estratigráfico**  
**Fuente: Elaboración propia.**

### 3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.6.1 Recolección de información

Esta técnica se desarrolla en la presente investigación tomando la muestra de suelo y la toma de ceniza de boñiga, esto realizado por el investigador, con la finalidad de evaluar si la adición de este estabiliza los suelos del presente estudio.



**Figura 28. Extracción de la muestra patrón de la calicata 1.**  
**Fuente: Elaboración Propia**



**Figura 29. Acopio, Combustión y obtención de CB**  
**Fuente: Elaboración Propia**

### 3.6.2 Observación directa

De lo descrito el investigador estuvo presente en el momento de la toma de muestra tanto del suelo plástico como la toma de muestra de ceniza de boñiga necesario para la presente investigación.



**Figura 30. Presenciando la extracción de la MP y obtención de la CB**  
**Fuente: Elaboración Propia.**

### **3.6.3 Revisión bibliográfica**

Esta técnica se desarrolló en la presente investigación con la indagación física y virtual de Tesis, libros, artículos u otros en referencia a la reutilización de ceniza de boñiga en la estabilización de suelos plásticos a nivel de subrasante.

### **3.6.4 Pruebas estandarizadas**

El uso de estos sirvió para cuantificar las propiedades físicas y mecánicas, de la muestra patrón y de este con la aplicación de ceniza de boñiga, las cuales se realizaron en el laboratorio de mecánica de suelos los cuales nos brindó resultados, dichas normas y ensayos son:

#### **3.6.4.1 Método de Ensayo para el análisis granulométrico (Norma Técnica Peruana 339.128-1999 (revisada 2019))**

##### **a. Objeto**

Esta norma técnica peruana fija el procedimiento para el estudio granulométrico por tamizado y por sedimentación de los suelos, con uno de los procedimientos mencionados o en casos donde los dos serán usados a la vez (Norma Técnica Peruana 339.128-1999 (revisada 2019). p. 1)

##### **b. Equipo e instrumentos**

- **Balanza:**

De sensibilidad de 0.01g y otra de 0.1%

- **Tamices**

Una serie de tamices que cumplen con ASTM E11.



**Tabla 27. Tamaño de tamices usados.**

| <b>TAMICES</b> | <b>Designación<br/>ASTM</b> |
|----------------|-----------------------------|
| 75,00          | (3 pulg)                    |
| 50,00          | (2 pulg)                    |
| 37.50          | (1 1/2 pulg)                |
| 25,00          | (1 pulg)                    |
| 19,00          | (¾ pulg)                    |
| 9,50           | (3/8 pulg)                  |
| 4,75           | (N° 4)                      |
| 2,00           | (N° 10)                     |
| 85µm           | (N° 20)                     |
| 425µm          | (N° 40)                     |
| 250µm          | (N° 60)                     |
| 106µm          | (N° 140)                    |
| 75µm           | (N° 200)                    |

**Fuente:** (Norma Técnica Peruana 339.128-1999 (revisada 2019))

- **Dispositivo de control de tiempo y otros**

Cronómetro, cepillos y brocha

**c. Procedimiento**

En el presente ensayo se usó una muestra representativa (1000 a 2000g) del secado en la intemperie por 24 horas, cuarteado, previamente al análisis granulométrico, una vez realizado ello se procederá a colocar dicha muestra en el grupo de tamices adecuados previamente seleccionados tapando la parte superior para evitar pérdidas de peso, seguidamente se dará movimientos de un lado a otro y en forma circular de modo que la muestra se mantenga en movimiento constante, por un minuto aproximadamente, seguidamente en una bandeja de aluminio sacaremos cuidadosamente cada tamiz y será pesado siempre observando que no haya partículas retenidas en el tamiz y anotaremos para así generar el cuadro de datos e informes pertinentes.



**Figura 31. Realizando el tamizado respectivo de la MP y 3% de CB.  
Fuente: Elaboración Propia.**

### **3.6.4.2 Límite líquido (Norma Técnica Peruana 339.129-1999 (revisada 2019))**

#### **a. Objetivo:**

Esta norma técnica peruana fija el procedimiento para señalar límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de una muestra de suelo (Norma Técnica Peruana 339.129, 1999 (revisada el 2019), p. 1)

#### **b. Equipo e Instrumentos:**

- **Dispositivo de límite líquido**

Dispositivo mecánico, comprende de una copa de bronce, diseñando de un sistema que controla su caída en una base de caucho duro. Puede ser operado manual o con un motor eléctrico.



**Figura 32. Ensayo de límite líquido en la copa de Casagrande.**  
**Fuente: Elaboración propia**

- **Balanza**

De sensibilidad de 0.01g.

- **Horno**

De tipo tiro forzado, capaz de mantener continuamente la temperatura de  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$ °F).

- **Acanalador**

Puede ser de metal o plástico no corrosible.

- **Espátula**

Hoja flexible de dimensiones aproximadas de 2 cm (3/4") de ancho y de 10 cm a 13 cm (3 pulg a 4 pulg) de longitud.

- **Recipientes**

recipientes apropiados que resisten a la corrosión, al cambio de peso a la hora de exponerlos a temperaturas y así mismo al pH de los diferentes suelos.

- **Contenedores**

Aptos para mantener el espécimen de suelo, de aluminio resistente a la corrosión, de 2.5 cm. (1 pulg) de alto por 5 cm. (2 pulg) de diámetro.

- **Pizeta**

Frasco de plástico para aplicar agua

**c. Procedimiento:**

Previamente se hace secar la muestra el cual es secado en horno por un a tiempo mínimo de 12 horas y un máximo de 24 horas, después de ello deben ser triturados en mortero, pasara por el tamiz 425  $\mu\text{m}$  (N° 40), ya realizado ese proceso, se usa una muestra representativa la cual es de 150 a 200 gr. De material el cual es pasante del tamiz 425  $\mu\text{m}$  (N° 40), colocar la muestra en un recipiente de aluminio y agregar agua con la pizeta y remover con la espátula siempre de forma horizontal, teniendo una consistencia trabajable, agregamos al dispositivo mecánico de casa grande, colocamos teniendo presente siempre que sea horizontal con la espátula la muestra, una vez homogénea y horizontal, colocamos el acanalador y de abajo hacia arriba generamos un canal para someterlo a la aplicación de golpes siempre observando para que sierre a  $\frac{1}{2}$ " o 12.3 mm. Esto se verifica con el acanalador o ranurador, y tomamos la muestra en donde justamente se ha cerrado y le lleva al horno por 12 horas como mínimo y máximo 24, del mismo modo esto se hace por dos veces más y colocar el contenido de humedad y numero de golpes en el grafico logarítmico y obtener el porcentaje de humedad a los 25 golpes el cual es el resultado definitivo.



**Figura 33. Colocación, ranurado y Aplicación de los golpes con el manubrio a la muestra colocada en la copa de Casagrande.**  
**Fuente: Elaboración propia.**

### **3.6.4.3 Limite plástico (Norma Técnica Peruana 339.129-1999 (revisada 2019))**

#### **a. Objeto:**

Esta norma técnica peruana fija el procedimiento para señalar limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad de una muestra de suelo (Norma Técnica Peruana 339.129-1999 (revisada el 2019), p. 1).

#### **b. Equipo e Instrumentos:**

- **Balanza**

De sensibilidad de 0.01g.

- **Horno**

De tipo tiro forzado, capaz de mantener continuamente la temperatura de  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$ °F).

- **Placa de vidrio pulido**

Una placa de vidrio pulido de forma cuadrada de 30 cm. (12 pulg) de lado, 1 cm ( $3/8$ " pulg) de espesor.

- **Recipientes**

recipientes apropiados que resisten a la corrosión, al cambio de peso a la hora de exponerlos a temperaturas y así mismo al pH de los diferentes suelos.

- **Contenedores**

Aptos para mantener el espécimen de suelo, de aluminio resistente a la corrosión, de 2.5 cm. (1 pulg) de alto por 5 cm. (2 pulg) de diámetro.

- **Pizeta**

Frasco de plástico para aplicar agua

**c. Procedimiento:**

Se usará una porción de 20 g. el cual será obtenida de la muestra usada para limite líquido la cual es pasante del tamiz 425  $\mu\text{m}$  (N° 40), del cual se tomará 1.5 g. a 2 g. reduciendo el contenido de agua para el suelo y debe poseer una consistencia que nos facilite enrollarlo sin que se pegue a las manos esparciéndolo y mezclándolo en la placa de vidrio, se debe formar un hilo de diámetro uniforme en toda su longitud de 3.2 mm (1/8”), en no más de 2 minutos, colocar en el recipiente los hilos en donde ya se presentó las grietas, siendo este recipiente no menor a 6 g del suelo y esto se realizara una vez más y este se procederá a colocar al horno por 12 a 24 horas para después ser pesados y obtener los parámetros de Límite de plasticidad.



**Figura 34. Enrollando a 3.2 mm.**  
**Fuente: Elaboración propia.**

### **3.6.4.4 Contenido de Humedad (Norma Técnica Peruana 339.127-1998 (revisada 2019))**

#### **a. Objetivo**

Esta norma técnica peruana fija el procedimiento para señalar el contenido de humedad existente del suelo (Norma Técnica Peruana 339.128-1998 (revisada 2019), p. 1).

#### **b. Equipo e Instrumento**

- **Balanza**

De sensibilidad de 0.01g para muestras de menos de 200g. y de 0.1 g para muestras de suelos que superan los 200 g.

- **Horno de secado**

De tipo tiro forzado, capaz de mantener continuamente la temperatura de  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$ °F).

- **Recipientes**

recipientes apropiados que resisten a la corrosión, al cambio de peso a la hora de exponerlos a temperaturas y así mismo al pH de los diferentes suelos.

- **Contenedores**

Aptos para mantener el espécimen de suelo, de aluminio resistente a la corrosión, de 2.5 cm. (1 pulg) de alto por 5 cm. (2 pulg) de diámetro.

- **Guantes, cuchillo, espátula, mantadas para cuarteo, divisores de muestra y otros**

### c. Procedimiento

Inicialmente se ha identificado el tamaño máximo de la partícula presente (3/4 pulg) y se usara del cuarteo una muestra representativa de 250 gramos, se determinará y registrará la masa a usar en el presente ensayo, siempre tener en cuenta la perdida de humedad de nuestro suelo, se colocará en un recipiente la muestra, será colocada en el horno en tiempo aproximado de 12 a 24 horas, siempre anotando los pesos tanto solo del recipiente, con la muestra y después de haber sido colocado el tiempo determinado en el orden y de ahí proceder a usar la formula.

$$W = \frac{\text{Peso de Agua}}{\text{Peso de suelo seco al horno}} \times 100$$
$$W = \frac{+M_{cs}}{M_{cs} + M_c} = \frac{M_w}{M_s}$$

#### En donde:

$W$  es el contenido de humedad.

$M_{cws}$  es el peso del contenedor más el suelo húmedo (g).

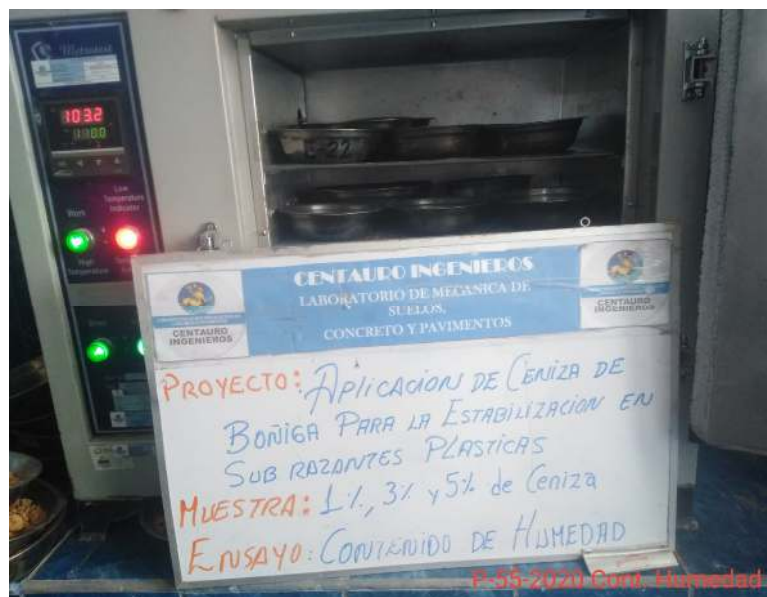
$M_{cs}$  es el peso del contenedor más el suelo secado en horno (g).

$M_c$  es el peso del contenedor (g).

$M_w$  es el peso, en gramos (g).

$M_s$  es el peso de las partículas sólidas (g).





**Figura 35. Colocación para el secado en horno de la MP y MP+1%, 3% y 5%. Fuente: Elaboración propia.**

### **3.6.4.5 Clasificación SUCS (Norma Técnica Peruana 339.134-1999 (revisada 2019))**

#### **a. Objetivo**

Esta norma técnica peruana fija el procedimiento para la clasificación de la muestra patrón, con fines de ingeniería, tiene como base el análisis granulométrico, límite líquido, límite plástico e Índice de plasticidad y así clasificarlo de manera precisa (Norma Técnica Peruana 339.129-1999 (revisada 2019), p. 1).

#### **b. Equipo e Instrumentos**

Es acá donde se usa los resultados obtenidos con anterioridad, Limite Liquido, Limite plástico, índice de plasticidad y una carta de plasticidad se hace necesario.

#### **c. Procedimientos**

Para hacer una correcta clasificación SUCS, se analizará el tamiz N° 200, en donde resulta en nuestra muestra patrón que pasa más del 50% de la muestra total, por lo tanto, se clasifica como un **suelo de grano fino**, seguidamente nos iremos a la carta de plasticidad en donde ubicaremos en el eje x el límite líquido que tenga la muestra y en

el eje y el índice de plasticidad que posee, esta carta de plasticidad posee dos líneas las cuales son. línea A y línea B, la primera es una línea diagonal que separa a las arcillas de los limos, encontrándose las arcillas en la parte superior y los limos en la parte inferior; la línea B que se encuentra justo al 50% del límite líquido, separa los suelos de baja plasticidad que están ubicados al lado izquierdo y al lado derecho los suelos de alta plasticidad.

Si en caso la muestra patrón es suelo de grano grueso es decir más del 50% del total es retenido por el tamiz N° 200, debemos ir al tamiz N° 04 e identificar si el material que pasa es mayor al 50 % es arena y si es retenido más del 50% estaremos en presencia de gravas.

#### **3.6.4.6 Clasificación AASHTO (Norma Técnica Peruana 339.135-1999 (revisada 2019))**

##### **a. Objetivo**

Esta norma técnica peruana fija el procedimiento para la clasificación de la muestra patrón en siete grupos, siendo una clasificación precisa, específicamente para construcción de carreteras, la evaluación tiene como eje el Índice de grupo, siendo calculado usando la fórmula experimental, (Norma Técnica Peruana 339.135-1999 (revisada 2019)) p. 1).

##### **b. Equipo e Instrumentos**

Es acá donde se usa los resultados obtenidos con anterioridad, preparación de la muestra, tamaño de partículas, Límite Líquido y Límite plástico se hace necesario.

### c. Procedimientos

Para hacer una correcta clasificación AASHTO, se analizará el tamiz N° 200, en donde el porcentaje que pasa es mayor que el 35% será fino y si la muestra que pasa es menor o igual que el 35% es un suelo grueso.

Es así que tenemos 7 grupos en los cuales se evaluarán el % que pasa cada tamiz en el N°10, 40 y 200, asimismo se necesitará el estado de consistencia es decir el límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad y el Índice de grupo el cual responde a la fórmula:

$$(IG) = (F - 35)[0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F - 15)(IP - 10)$$

**Donde:**

IG: Índice de Grupo

F=Porcentaje que pasa la malla N° 200 (75µm), expresado como un número entero (este porcentaje se basa solo en el material que pasa la malla de 3 pulg (75µm)).

LL=Límite líquido

IP= Índice de Plasticidad

### **3.6.4.7 Proctor Modificado MTC E 115**

#### a. Objetivo

Fijar el procedimiento de ensayo para la compactación en laboratorio del suelo, usando una energía modificada (2700kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)) y determinar así el peso específico seco máximo y humedad óptima.

## **b. Equipo e Instrumentos**

- **Ensamblaje de Molde**

De forma cilíndrica, con un plato base y un collar de extensión ensamblado, ambos de metal rígido, contruidos de modo que puedan adherir de forma segura y fácil de desmoldar.

- **Molde de 4 pulgadas.** – En la presente tesis se usó un molde que tiene un promedio de  $101.6 \pm 0,4$  mm ( $4000 \pm 0.016$  pulg) de diámetro interior, una altura de  $116,4 \pm 0,5$  mm ( $4,584 \pm 0,018$  pulg) y un volumen de  $944 \pm 14$  cm<sup>3</sup> ( $0,0333 \pm 0,0005$  pie<sup>3</sup>). Un molde con las características mínimas requeridas es mostrado en la Fig. 1.

- **Pisón o Martillo**

- **Pisón Manual.** - Pisón con una guía que posee un suficiente espacio libre para que la caída no sea restringida, teniendo la guía por lo menos 4 orificios de ventilación en cada extremo.

- **Extractor de Muestras (opcional).** - Puede ser una gata, estructura u otro mecanismo adaptado con el propósito de extraer los especímenes compactados del molde.

- **Balanza**

De sensibilidad de 0.01g para muestras de menos de 200g. y de 0.1 g para muestras de suelos que superan los 200 g.

- **Horno de secado**

De tipo tiro forzado, capaz de mantener continuamente la temperatura de  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$ °F).

- **Recipientes**

Recipientes apropiados que resisten a la corrosión, al cambio de peso a la hora de exponerlos a temperaturas y así mismo al pH de los diferentes suelos.

- **Tamices**

De 19,0 mm ( $\frac{3}{4}$  pulg) y 4,75mm (N° 4), conforme a los requisitos de la especificación ASTM E11.

- **Guantes**, cuchillo, espátula, regla metálica, bandeja metálica, probeta graduada para agregar agua y comba de goma y una cuchara.

**c. Procedimientos**

Este ensayo se basa a la normativa nacional MTC E 115, en donde se aplica solo para suelos que tienen 30% o menos en peso retenido por el tamiz de 19.0 mm ( $\frac{3}{4}$  pulg), asimismo el método seleccionado es el método A, el cual se usa cuando el 20% o menos del peso del material es retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4). Usando un molde de 101.6 mm de diámetro (4 pulg), número de capas 5 y número de golpes por capas es 25.



**Figura 36. Ensayo de Proctor Modificado.**  
**Fuente: Elaboración Propia.**

### **3.6.4.8 CBR - MTC E 132**

#### **a. Objetivo**

Fijar el procedimiento de ensayo para la obtención de la capacidad de soporte del suelo, teniendo como precedente el contenido de humedad óptimo y densidad estos obtenidos del Proctor modificado.

#### **b. Equipo e instrumentos**

- **Prensa**

Similar a las usadas en ensayos de compresión, utilizada para forzar la penetración de un pistón en el espécimen. El pistón se aloja en el cabezal y sus características deben ajustarse a las especificadas. El desplazamiento entre la base y el cabezal se debe poder regular a una velocidad uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto. La capacidad de la prensa y su sistema para la medida de carga debe ser de 44,5 kN (10000 lbf) o más y la precisión mínima en la medida debe ser de 44 N (10 lbf) o menos.

- **Molde, de metal cilíndrico**

De  $152,4\text{mm} \pm 0,66\text{ mm}$  ( $6 \pm 0,026"$ ) de diámetro interior y de  $177,8 \pm 0,46\text{ mm}$  ( $7 \pm 0,018"$ ) de altura, provisto de un collar de metal suplementario de 50,8 mm (2,0") de altura y una placa de base perforada de 9,53 mm ( $3/8"$ ) de espesor. Las perforaciones de la base no excederán de 1,6 mm ( $28\ 1/16"$ ) las mismas que deberán estar uniformemente espaciadas en la circunferencia interior del molde de diámetro (Figura 1a). La base se deberá poder ajustar a cualquier extremo del molde.

- **Disco espaciador de metal de forma circular**

De 150,8 mm (5 15/16") de diámetro exterior y de  $61,37 \pm 0,127$  mm ( $2,416 \pm 0,005$ ") de espesor (Figura 1b), para insertarlo como falso fondo en el molde cilíndrico durante la compactación.

- **Aparato medidor de expansión compuesto por:**

- ✓ Una placa de metal perforada, por cada molde, de 149,2 mm (5 7/8") de diámetro, cuyas perforaciones no excedan de 1,6 mm (1/16") de diámetro. Estará provista de un vástago en el centro con un sistema de tornillo que permita regular su altura (Figura 1d). · Un trípode cuyas patas puedan apoyarse en el borde del molde, que lleve montado y bien sujeto en el centro un dial (deformímetro), cuyo vástago coincida con el de la placa, de forma que permita controlar la posición de éste y medir la expansión, con aproximación de 0,025 mm (0,001") (véase Figura 1c).
- ✓ Pesas. Uno o dos pesas anulares de metal que tengan una masa total de  $4,54 \pm 0,02$ kg y pesas ranuradas de metal cada una con masas de  $2,27 \pm 0,02$  kg. Las pesas anular y ranurada deberán tener 5 7/8" a 5 15/16" (149,23 mm a 150,81 mm) en diámetro; además de tener la pesa, anular un agujero central de 2 1/8" aproximado (53,98 mm) de diámetro.

- **Pistón de penetración metálico de sección transversal circular**

De  $49,63 \pm 0,13$  mm ( $1,954 \pm 0,005$ ") de diámetro, área de 19,35 cm<sup>2</sup> (3 pulg<sup>2</sup>) y con longitud necesaria para realizar el ensayo de penetración con las sobrecargas precisas.

- Dos diales con recorrido mínimo de 25 mm (1") y divisiones lecturas en 0,025 mm (0,001"), uno de ellos provisto de una pieza que permita su acoplamiento en la prensa para medir la penetración del pistón en la muestra.
- **Tanque**  
Con capacidad suficiente para la inmersión de los moldes en agua.
- **Balanza**  
De sensibilidad de 0.01g para muestras de menos de 200g. y de 0.1 g para muestras de suelos que superan los 200 g.
- **Guantes**, cuchillo, espátula, regla metálica, bandeja metálica, probeta graduada para agregar agua y comba de goma y una cuchara.
- **Pisón o Martillo**
  - **Pisón Manual.** - Pisón con una guía que posee un suficiente espacio libre para que la caída no sea restringida, teniendo la guía por lo menos 4 orificios de ventilación en cada extremo.
- **Horno de secado**  
De tipo tiro forzado, capaz de mantener continuamente la temperatura de  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$ °F).
- Adicional usaremos cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde.

### c. Procedimiento

Para este ensayo se ha evaluado la cantidad que pasa el tamiz de 19.1 mm (3/4") es así cuando más del 75% en peso de la muestra pasa el tamiz este será usado para dicho ensayo, tomando una muestra de 5 500 g al cual se le agregara el óptimo contenido de humedad hallada con anterioridad en el ensayo de Proctor modificado y se aplicara



capas sucesivas y por ende la aplicación del número de golpes de 55, 25 y 12 en cada caso se tendrá 3 especímenes de ensayo, las cuales se someten a una inmersión por 4 días y una vez retiradas serán sometidos al ensayo de penetración y determinar el CBR.



**Figura 37. Ensayo de penetración para CBR a la MP + 3% de CB**  
**Fuente: Elaboración propia.**

### **3.6.5 Trabajo de campo**

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana las cuales son:

- NTP N° 339.126 Método para la reducción de las muestras de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción.
- NTP N° 339.150 Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual-manual
- NTP N° 339.162 Guía Normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción

### **3.7 Procesamiento de la información**

#### **3.7.1 Extracción de la muestra**

La muestra suelo fue tomada de la Calle sin nombre del sector de Torre Torre, Asociación Túpac Amaru II, de la Provincia de Huancayo, Región Junín, de acuerdo a la Norma Técnica Peruana vigente. En donde se realizó una calicata con una medida de 1x1x1.50, de donde se ha tomado la muestra patrón a partir de los 0.60 metros debajo de la subrasante hasta los 1.50 metros, con un peso aprox. de 480 kg. y siendo trasladado hacia el laboratorio en el distrito de El Tambo.



**Figura 38. Extracción de MP de la C1.**  
**Fuente: Elaboración propia.**

#### **3.7.2 Toma de muestra de la ceniza de boñiga**

La ceniza de boñiga será recolectada y trasladada al laboratorio para que sea tamizada por la malla N° 40. y se realizara un análisis granulométrico en laboratorio.

Para posteriormente sea agregada en porcentajes de 1, 3 y 5% del peso total.



**Figura 39. Obtención de la CB después de la combustión.  
Fuente: Elaboración propia.**

### **3.7.3 Ensayo de laboratorio**

#### **3.7.3.1 Análisis granulométrico**

Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo y la ceniza de boñiga.

- Granulometría (Norma Técnica Peruana 339.128-1999 (revisada 2019))

#### **3.7.3.2 Límites de Atterberg**

Se realizará la obtención del Limite Líquido, Limite Plástico, Índice de plasticidad y límite de contracción.

Se realizó los ensayos de acuerdo al:

- Limite líquido (Norma Técnica Peruana 339.129-1999 (revisada 2019))
- Limite plástico (Norma Técnica Peruana 339.129-1999 (revisada 2019))
- Índice de plasticidad (Norma Técnica Peruana 339.129-1999 (revisada 2019))

#### **3.7.3.3 Clasificación de Suelos**

- Clasificación SUCS (Norma Técnica Peruana 339.124-1999 (revisada 2019))

- Clasificación AASHTO (Norma Técnica Peruana 339.135-1999 (revisada 2019))

#### **3.7.3.4 Proctor Modificado**

- Proctor Modificado MTC E 115

#### **3.7.3.5 Ensayo de CBR (California Bearing Ratio)**

Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, el valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible (Manual Ensayo de Materiales – MTC, 2016, p. 248).

- CBR MTC E 132

### **3.8 Técnicas y análisis de datos**

El análisis será desde un enfoque cuantitativo ya que en la presente investigación se medirá, y estimará magnitudes, planteando un problema de estudio delimitado y concreto realizando una revisión de la literatura y con ello construir un marco teórico, del cual derivará una hipótesis. Se recolectará datos utilizando procedimientos estandarizados y aceptados por una comunidad científica, y estos analizados por métodos estadísticos utilizando tablas estadísticas en Excel y al final de todo se pretende confirmar y predecir los fenómenos investigados, buscando regularidades y relaciones causales entre elementos.

**Tabla 28. Tipo de tratamiento y análisis de datos a las variables.**

| <b>Variables</b>                        | <b>Tipo de variables</b>          | <b>Indicadores</b>        | <b>Tipo de tratamiento</b>  | <b>Análisis de datos</b>  |
|---|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------|---|
| Ceniza de Boñiga                        | <b>Variable independiente (X)</b> | 1%<br>3%<br>5% de su peso | Estadística/<br>inferencial | Se aplico ceniza en porcentajes a la muestra patrón, en donde a mayor porcentaje se espera que su efecto sea positivo (mejore las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante plástica), y viceversa.  |
| Estabilización de subrasantes plásticas | <b>Variable dependiente (Y)</b>   | Granulometría             | Estadística/<br>inferencial | Se evalúa como cambia en tamaños de partículas con la aplicación de ceniza de boñiga y sin ella, esperando que afecte positivamente.  |
|   |                                   | Límite líquido            | Estadística/<br>inferencial | Se va a medir y evaluar el cambio generado por la aplicación de ceniza de boñiga y sin este, esperando que el valor disminuya con la aplicación de un porcentaje mayor de la ceniza de boñiga y con ello afecte positivamente a la estabilización de subrasante plástica. |
|   |                                   | Límite plástico           | Estadística/<br>inferencial |   |
|   |                                   | Índice de plasticidad     | Estadística/<br>inferencial |   |
|   |                                   | Contenido de humedad      | Estadística/<br>inferencial | Se va a medir y evaluar el cambio generado por la aplicación de ceniza de boñiga y sin este, esperando que el valor se incremente con la aplicación de un porcentaje mayor de ceniza de boñiga.   |
|   |                                   | Proctor modificado        | Estadística/<br>inferencial |   |
|   |                                   | CBR                       | Estadística/<br>inferencial |   |

**Fuente: Elaboración propia.**

## **CAPITULO IV:**

### **RESULTADOS**

El desarrollo de este capítulo consiste en resultados obtenidos en laboratorio de suelos, sobre las propiedades físicas y mecánicas de la interacción de la variable independiente (ceniza de boñiga en porcentajes de 1%, 3% y 5%) y la variable dependiente (estabilización de subrasante plásticas). Asimismo, la interpretación técnica y estadística inferencial de los resultados obtenidos, en este último se usó la correlación de Pearson.

Donde se tendrá en cuenta la siguiente Leyenda:

**CB:** Ceniza de boñiga

**MP:** Muestra patrón

## 4.1 Propiedades Físicas

### 4.1.1 Efecto de la aplicación de ceniza de boñiga (CB) en el contenido de humedad de la estabilización de subrasante plástica.

Tabla 29. Consolidado del CH presente en la MP y MP+1%, 3% y 5% CB respectivamente

| INDICADOR            | PORCENTAJE DE CB APLICADA A LA MP |          |          |          |
|----------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|
|                      | MP + 0% CB                        | MP+1% CB | MP+3% CB | MP+5% CB |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 2                                 | 5        | 3        | 3        |

Fuente: Elaboración propia.

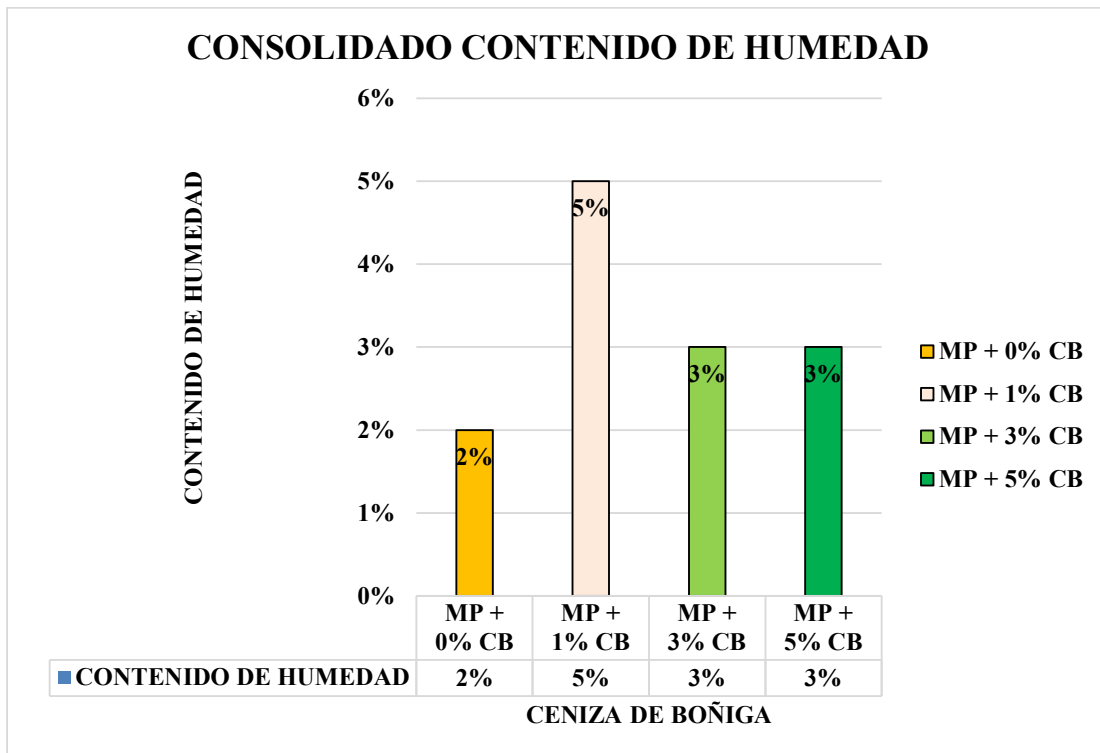


Figura 40. Grafica de consolidado de contenido de humedad

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 29, se puede apreciar que a medida que se le aplica %CB a la MP, su contenido de humedad se incrementa en 1%CB y en los demás porcentajes de CB se ve que disminuye y se mantiene. Y esto se aprecia mejor en la Figura 40.

**4.1.2 Efecto de la aplicación de ceniza de boñiga (CB) en el Análisis Granulométrico de la estabilización de la subrasante.**

**Tabla 30. Consolidado de Análisis granulométrico**

| DESCRIPCIÓN DEL SUELO | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO    |                        | MP + 0% CB |                              |            | MP + 1% CB |                              |            | MP + 3% CB |                              |            | MP + 3% CB |                              |            |       |        |       |        |       |
|-----------------------|---|------------------------|------------|------------------------------|------------|------------|------------------------------|------------|------------|------------------------------|------------|------------|------------------------------|------------|-------|--------|-------|--------|-------|
|                       | Tamaño o número de Tamiz N.T.P. 339.128 | ABERTURA DE MALLA (mm) | % QUE PASA | CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA | PORCENTAJE | % QUE PASA | CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA | PORCENTAJE | % QUE PASA | CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA | PORCENTAJE | % QUE PASA | CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA | PORCENTAJE |       |        |       |        |       |
| <b>BOLONÉS</b>        | 3                                       | 75                     | 100.00     | 0.00 %                       | 0.00 %     | 100.00     | 0.00 %                       | 0.00 %     | 100.00     | 0.00 %                       | 0.00 %     | 100.00     | 0.00 %                       | 0.00 %     |       |        |       |        |       |
| <b>GRAVA</b>          | <b>GRUESA</b>                           | 2                      | 50         | 100.00                       | 8.51 %     | 2.64 %     | 8.42 %                       | 2.62 %     | 8.25 %     | 2.56 %                       | 8.09 %     | 2.51 %     | 8.09 %                       | 2.51 %     |       |        |       |        |       |
|                       |   | 1 1/2                  | 37.5       | 100.00                       |            |            |                              |            |            |                              |            |            |                              |            |       |        |       |        |       |
|                       |   | 1                      | 25         | 100.00                       |            |            |                              |            |            |                              |            |            |                              |            |       |        |       |        |       |
|                       |   | 3/4                    | 19.0       | 97.36                        |            |            |                              |            |            |                              |            |            |                              |            |       |        |       |        |       |
|                       | <b>FINA</b>                             | 3/8                    | 9.50       | 95.38                        | 5.87 %     | 95.43      | 5.80 %                       | 95.53      | 5.69 %     | 95.61                        | 5.58 %     |            |                              |            |       |        |       |        |       |
|                       |   | Nº4                    | 4.75       | 91.49                        | 91.58      | 91.75      | 91.91                        |            |            |                              |            |            |                              |            |       |        |       |        |       |
| <b>ARENA</b>          | <b>GRUESA</b>                           | Nº10                   | 2          | 86.64                        | 22.56 %    | 4.85 %     | 23.12 %                      | 4.80 %     | 24.16 %    | 4.69 %                       | 25.21 %    | 4.61 %     | 4.61 %                       |            |       |        |       |        |       |
|                       |   | Nº20                   | 0.85       | 83.02                        |            |            |                              |            |            |                              |            |            |                              | 6.50 %     | 83.19 | 6.44 % | 83.55 | 6.30 % | 83.86 |
|                       |   | Nº40                   | 0.425      | 80.14                        |            |            |                              |            |            |                              |            |            |                              | 80.34      | 80.76 | 81.13  |       |        |       |
|                       | <b>FINA</b>                             | Nº60                   | 0.25       | 77.53                        | 11.21 %    | 77.60      | 11.88 %                      | 77.77      | 13.17 %    | 77.90                        | 14.43 %    |            |                              |            |       |        |       |        |       |
|                       |   | Nº140                  | 0.106      | 71.00                        | 71.45      | 70.89      | 70.29                        |            |            |                              |            |            |                              |            |       |        |       |        |       |
|                       |   | Nº200                  | 0.075      | 68.93                        | 68.46      | 67.59      | 66.70                        |            |            |                              |            |            |                              |            |       |        |       |        |       |
| <b>FINO</b>           |   |                        |            | 68.93 %                      | 68.93 %    | 68.46 %    | 68.46 %                      | 67.59 %    | 67.59 %    | 66.70 %                      | 66.70 %    |            |                              |            |       |        |       |        |       |

Fuente: Elaboración propia.

Del ensayo de análisis granulométrico de NTP 339. 128-1999 (revisada el 2019), se obtuvo la información siguiente que se presenta en la Tabla 30 ; el peso de la muestra para este ensayo se seleccionó de acuerdo a la Tabla 25, en el cual nos sugiere que se

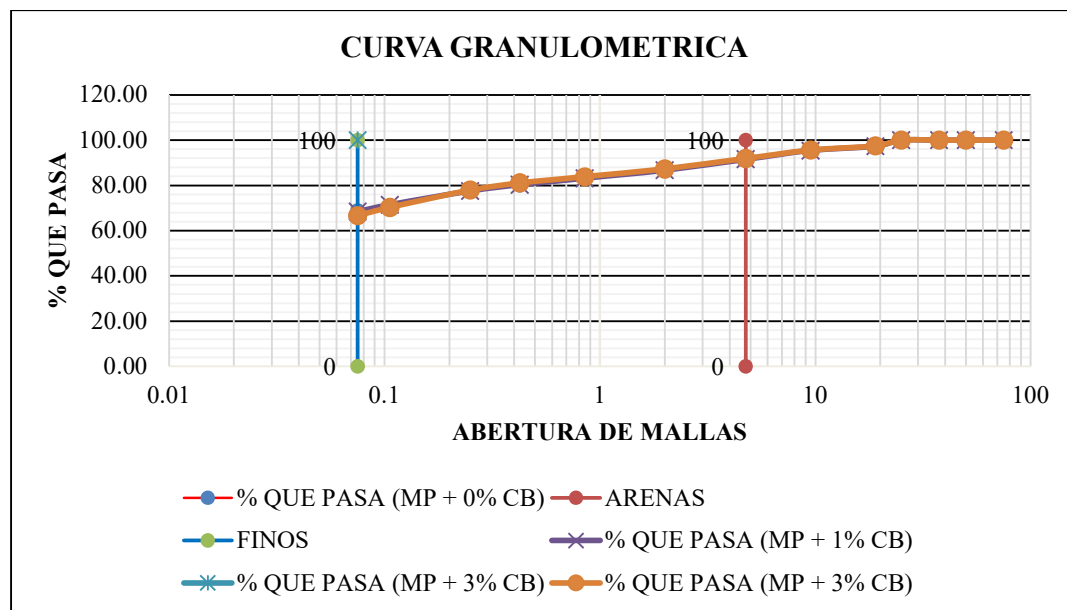


tome como referencia al tamaño máximo de partícula presente el cual fue de 3/4" y para la presente tesis se sugiere un peso de muestra min de 1000 g y un máximo de 2000 g.

**Tabla 31. Distribución granulométrica en cada aplicación de %CB a la MP**

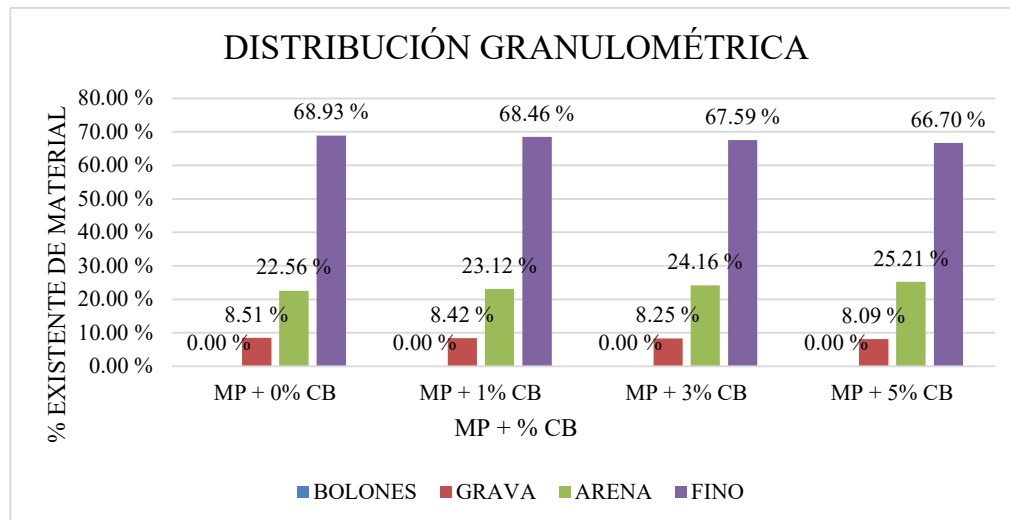
| ÍTEMS                       |                                   | MP + 0% CB     | MP + 1% CB | MP + 3% CB | MP + 3% CB |
|-----------------------------|-----------------------------------|----------------|------------|------------|------------|
| DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA | TAMAÑO MÁXIMO DE LA GRAVA (mm)    | 25             |            |            |            |
|                             | FORMA DEL SUELO GRUESO            | Sub Redondeado |            |            |            |
|                             | PORCENTAJE RETENIDO EN 3 PULG (%) | 0.00           |            |            |            |
|                             | COEFICIENTE DE CURVATURA          | -              |            |            |            |
|                             | COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD        | -              |            |            |            |

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 41. Curva de distribución de tamaño de partícula.**

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 42. Resultado de la distribución granulométrica encontrando en casa aplicación de %CB a la MP.**

**Fuente: Elaboración propia**

Se puede apreciar en la Figura 42, la distribución existente en cada aplicación de %CB en la MP, en la cual se observa que no hay presencia de bolonería y en donde predomina la presencia de material fino, de igual manera en la Figura 41 se aprecia la curva granulométrica relacionando en % que pasa y el diámetro de partícula.

Según los resultados obtenidos se ensayó se puede apreciar que el porcentaje que pasa el tamiz #4 en promedio es de 91.68% y el porcentaje que pasa el tamiz 200 promedio es 67.92% lo cual es más del 50% del total, concluyendo que el la **MP + %CB** en todo el experimento es de Tipo Fino (NTP 339.134-1999 -revisada en 2019).

Del análisis granulométrico se obtuvo en cada caso una variación insignificante, de acuerdo a la Figura 41 no se aprecia variación marcada al aplicar %CB a la MP.

### 4.1.3 Efecto de la aplicación de porcentaje de ceniza de boñiga en el límite líquido de la estabilización de subrasante plástica

Tabla 32. Consolidado de resultados del límite líquido.

| INDICADOR          | PORCENTAJE DE CB APLICADA A LA MP |          |          |          |
|--------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|
|                    | MP+0% CB                          | MP+1% CB | MP+3% CB | MP+5% CB |
| LÍMITE LÍQUIDO (%) | 32%                               | 34%      | 36%      | 41%      |

Fuente: Elaboración propia

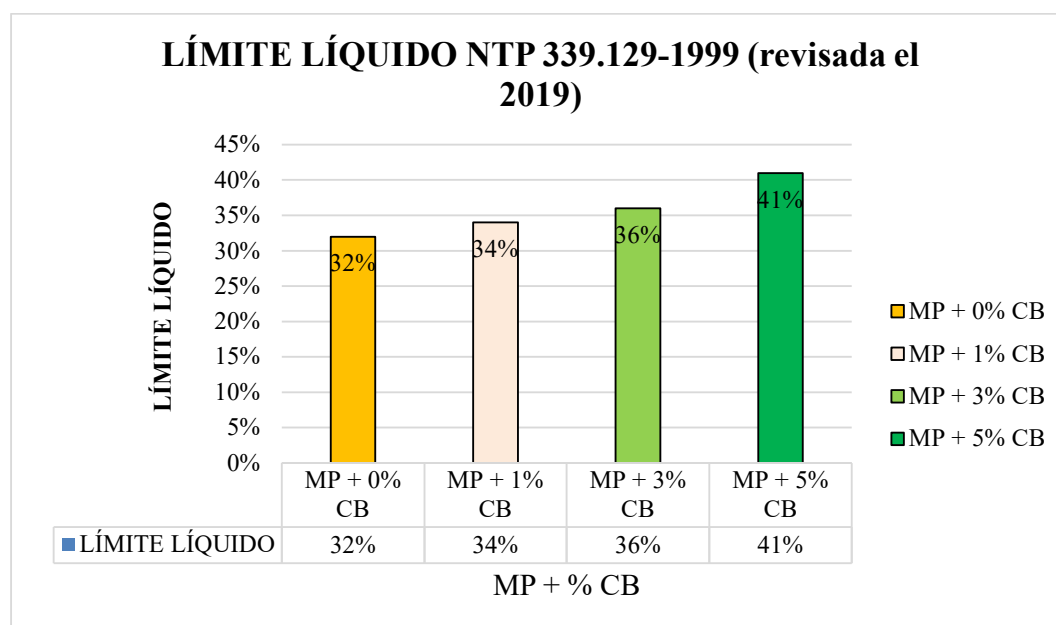
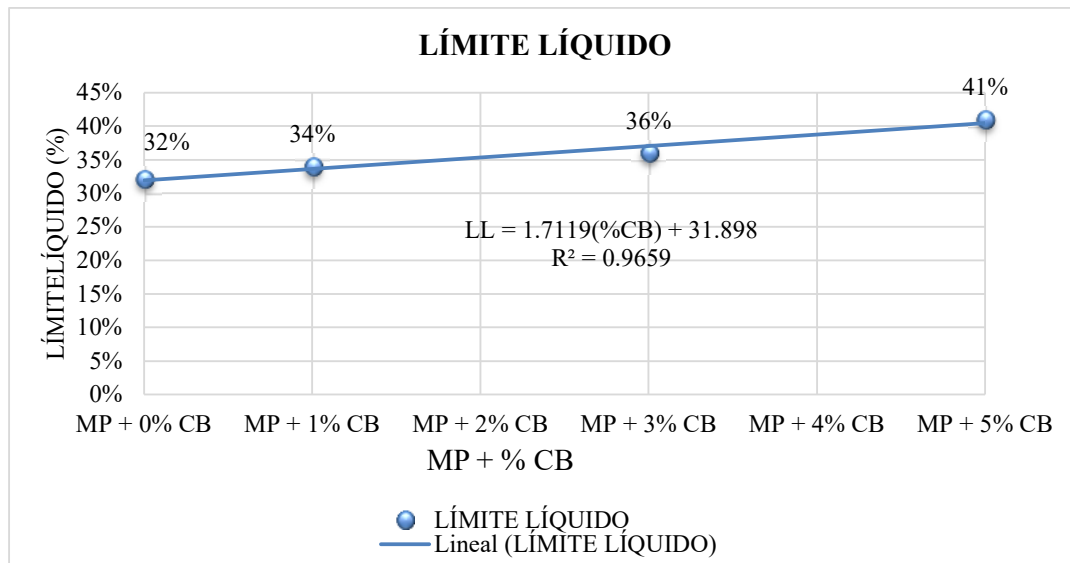


Figura 43. Resultado del límite líquido encontrados aplicando %CB a la MP  
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos según la NTP 339.129-1999 (revisada el 2019), se aprecia un incremento gradual para cada %CB + MP. y con aplicación de ceniza de boñiga al 0% se tiene un LL de 32% y al aplicar 5% de ceniza de boñiga se tienen un LL equivalente a 41%.



**Figura 44. Tendencia del límite líquido.**

**Fuente: Elaboración propia.**

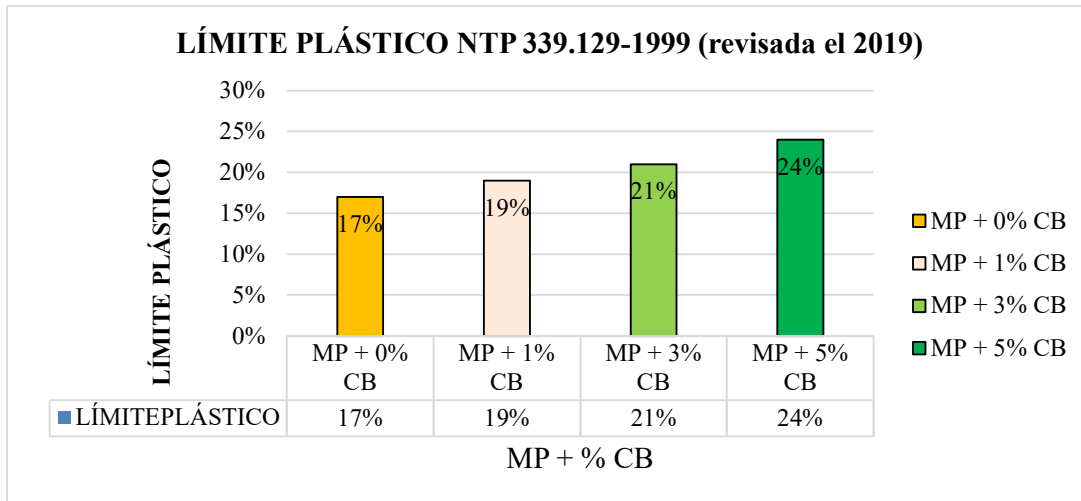
En la Figura 44 se aprecia la tendencia que se ha generado, esto producto de la correlación entre la variable independiente y un indicador de la variable dependiente. En donde nos arroja un coeficiente de correlación de  $R=0.98$  lo cual nos indica que posee una correlación positiva muy alta, ello hace alusión a que mientras más aumente el %CB de igual manera aumentará el LL y un coeficiente de determinación  $R^2= 0.965$  que nos quiere decir que el 96% de los resultados en límite líquido se verá afectado por el incremento de %CB.

#### **4.1.4 Efecto de la aplicación de porcentaje de ceniza de boñiga en el límite plástico de la estabilización de subrasante plástica.**

**Tabla 33. Consolidado de resultados del límite plástico.**

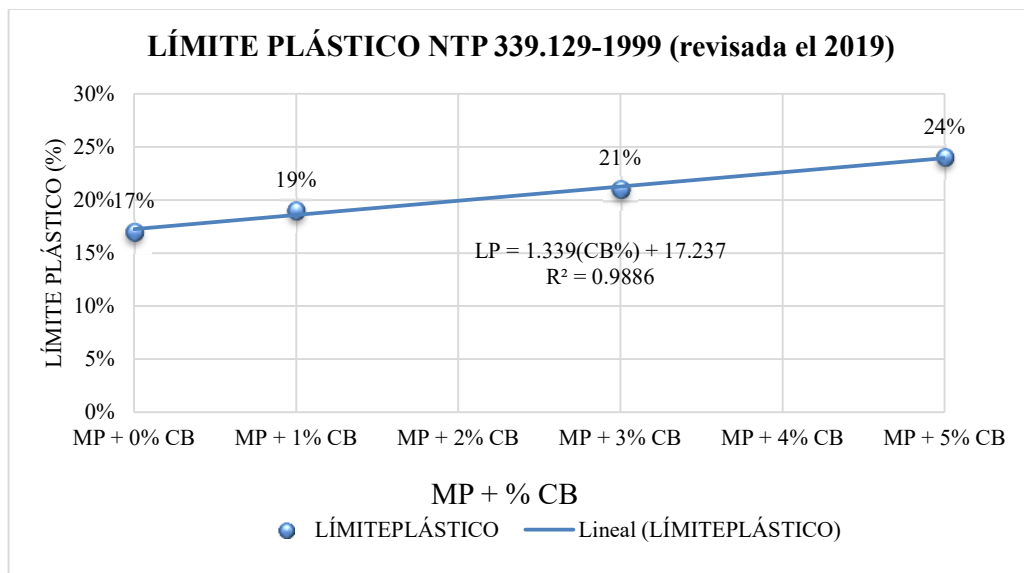
| INDICADOR       | % CB APLICADA A LA MP |          |          |          |
|-----------------|-----------------------|----------|----------|----------|
|                 | MP + 0% CB            | MP+1% CB | MP+3% CB | MP+5% CB |
| LÍMITE PLÁSTICO | 17%                   | 19%      | 21%      | 24%      |

**Fuente: Elaboración propia.**



**Figura 45. Resultado del límite plástico encontrados aplicando %CB a la MP**  
**Fuente: Elaboración propia.**

Los resultados obtenidos según la NTP 339.129-1999 (revisada el 2019), se aprecia un incremento gradual para cada %CB + MP. y con aplicación de ceniza de boñiga al 0% se tiene un LP de 17% y al aplicar 5% de ceniza de boñiga se tienen un LP equivalente a 24%.



**Figura 46. Tendencia del límite plástico.**  
**Fuente: elaboración propia**

En la Figura 46 se aprecia la tendencia que se ha generado, esto producto de la correlación entre la variable independiente y un indicador de la variable dependiente. En donde nos arroja un coeficiente de correlación de  $R=0.99$  lo cual nos indica que posee una correlación positiva muy alta, ello hace alusión a que mientras más aumente el %CB de igual manera aumentará el LP y un coeficiente de determinación  $R^2= 0.99$  que nos quiere decir que el 99% de los resultados en límite plástico se verá afectado por el incremento de %CB.

#### 4.1.5 Resultado del efecto de la CB en el índice de plasticidad de la estabilización de la subrasante plástica

Tabla 34. Consolidado de resultados del índice de plasticidad.

| INDICADOR             | % CB APLICADA A LA MP |          |          |          | IP MAX. SEGÚN EL MTC |
|-----------------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------------------|
|                       | MP + 0% CB            | MP+1% CB | MP+3% CB | MP+5% CB |                      |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | 15%                   | 15%      | 15%      | 17%      | 10%                  |

Fuente: Elaboración propia.

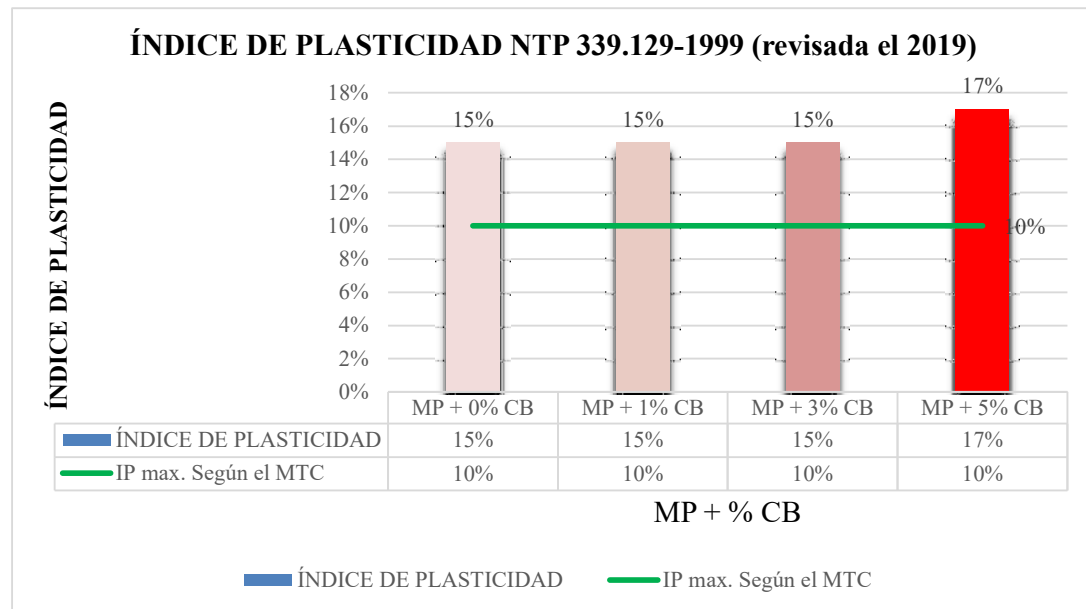
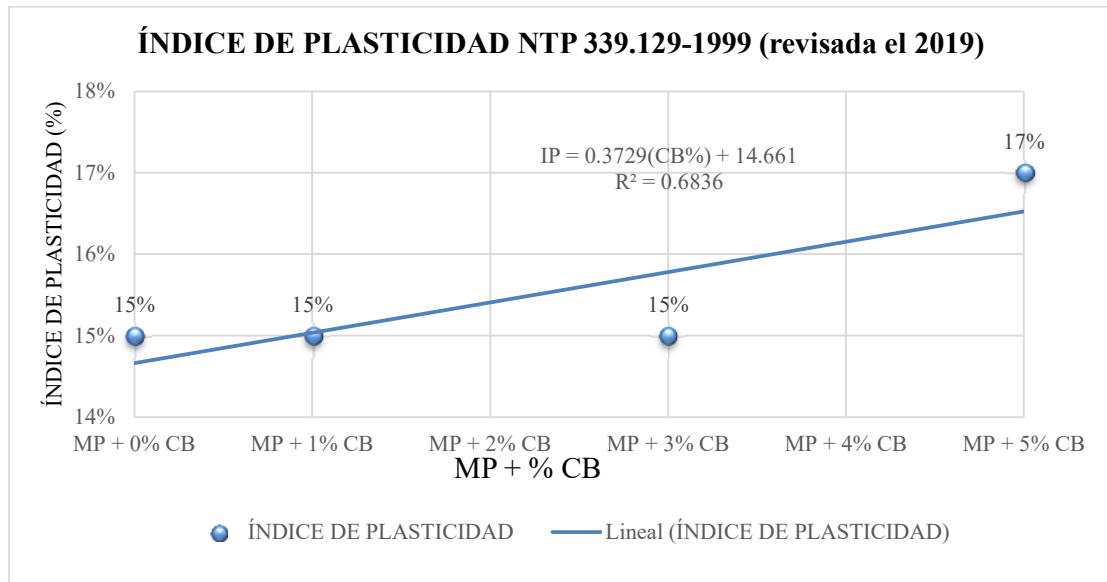


Figura 47. Resultado del índice de plasticidad encontrados aplicando %CB a la MP  
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos según la NTP 339.129-1999 (revisada el 2019) para cada aplicación de %CB, se aprecia un incremento que al 0%CB a la MP tiene un índice de plasticidad de 15% y esto se mantiene y solo al aplicar el 5% CB tiende a variar a 17%.



**Figura 48. Tendencia del índice de plasticidad.**  
**Fuente: Elaboración propia.**

En la Figura 48 se aprecia la tendencia que se ha generado, esto producto de la correlación entre la variable independiente y un indicador de la variable dependiente. En donde nos arroja un coeficiente de correlación de  $R=0.82$  lo cual nos indica que posee una correlación positiva alta, ello hace alusión a que mientras más aumente el %CB de igual manera aumentará el IP y un coeficiente de determinación  $R^2= 0.68$  que nos quiere decir que el 68% de los resultados en índice de plasticidad se verá afectado por el incremento de %CB.

**4.1.6 Efecto de La aplicación % ceniza de boñiga en la muestra patrón según SUCS y ASSTHO**

**Tabla 35. Resultados de la clasificación por SUCS y ASSTHO**

| CLASIFICACIÓN         |        | PORCENTAJE DE CB APLICADA A LA MP   |            |            |            |
|-----------------------|--------|---|------------|------------|------------|
|                       |        | MP + 0% CB  | MP+1% CB   | MP+3% CB   | MP+5% CB   |
| Límite Líquido        |        | 32  | 34         | 36         | 41         |
| Límite Plástico       |        | 17  | 19         | 21         | 24         |
| Índice de Plasticidad |        | 15  | 15         | 15         | 17         |
| TAMIZ                 |        | % QUE PASA  | % QUE PASA | % QUE PASA | % QUE PASA |
|                       | N° 4   | 91.49   | 91.58      | 91.75      | 91.91      |
|                       | N°40   | 80.14   | 80.34      | 80.76      | 81.13      |
|                       | N° 200 | 68.93   | 68.46      | 67.59      | 66.70      |
| METODO                | SUCS   | CL  | CL         | CL         | CL         |
|                       |        | Arcilla arenosa de baja plasticidad   |            |            |            |
|                       | ASSTHO | ÍNDICE DE GRUPO   |            |            |            |
|                       |        | IG= (F-35) [0.2+0.005(LL-40)]+0.01(F-15) (IP-10); F= % que pasa el tamiz N° 200 |            |            |            |
|                       |        | 8   | 8          | 8          | 10         |
|                       |        | A - 6 (8)   | A - 6 (8)  | A - 6 (8)  | A-7-6 (10) |

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos para la clasificación por el método de SUCS se usó la carta de plasticidad y la clasificación por el método ASSTHO se usó la Tabla 9. Clasificación de Suelos y Mezclas de Suelo-Agregado y la Tabla 10. Se tuvo como resultado que la clasificación por el método SUCS en todos los casos fue una Arcilla arenosa de baja plasticidad – CL y la clasificación por el método de ASSTHO de acuerdo al procesamiento salió A-6 (8) al 0% de CB hasta 3% de CB a la MP y en el 5% de CB a la MP se obtuvo un A-7-6 (10) este último tiene características de cambio de volumen extremadamente, como subrasante se clasifico de regular a deficiente en todos los casos.



## 4.2 Propiedades Mecánicas

### 4.2.1 Proctor Modificado

Tabla 36. Consolidado de resultados del Proctor Modificado

| INDICADOR                    |  | % CB APLICADA A LA MP    |                          |                          |                          |
|------------------------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                              |  | MP + 0% CB               | MP+1% CB                 | MP+3% CB                 | MP+5% CB                 |
| PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 | CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO (%)            | 11.00%                   | 11.80%                   | 12.10%                   | 13.10%                   |
|                              | MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.949 gr/cm <sup>3</sup> | 1.924 gr/cm <sup>3</sup> | 1.912 gr/cm <sup>3</sup> | 1.908 gr/cm <sup>3</sup> |

Fuente: Elaboración propia.

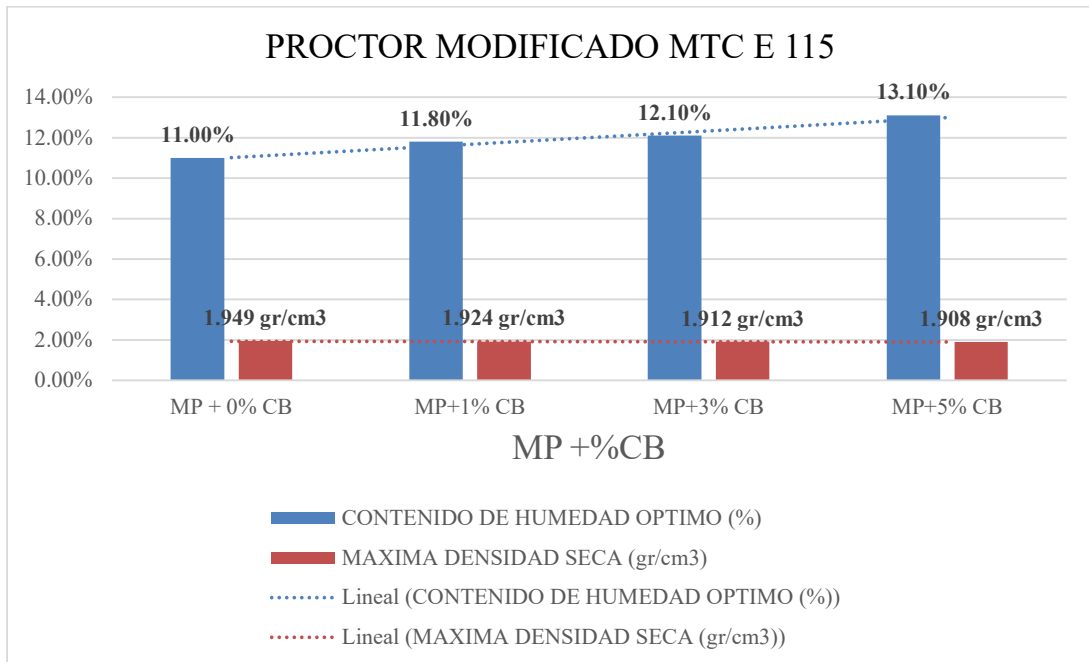


Figura 49. Resultado del ensayo de Proctor Modificado encontrados aplicando %CB a la MP.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 49 se puede apreciar que la Densidad Seca máxima (DSM) viene disminuyendo progresivamente a medida que se va aplicando más %CB a la MP, es así que en un inicio cuando él %CB era 0 la densidad seca máxima estaba en 1.949 gr/cm<sup>3</sup> y

cuando el %CB es 5 la densidad seca máxima disminuye a 1.908 gr/cm<sup>3</sup>. Teniendo una correlación inversa ya que al aumentar el %CB disminuye la densidad máxima seca, y en el óptimo contenido de humedad pasa lo contrario mientras más aumenta el %CB en la MP más aumenta dicho indicador por lo cual ahí se da una correlación directa.

#### 4.2.2 CBR (California Bearing Ratio)

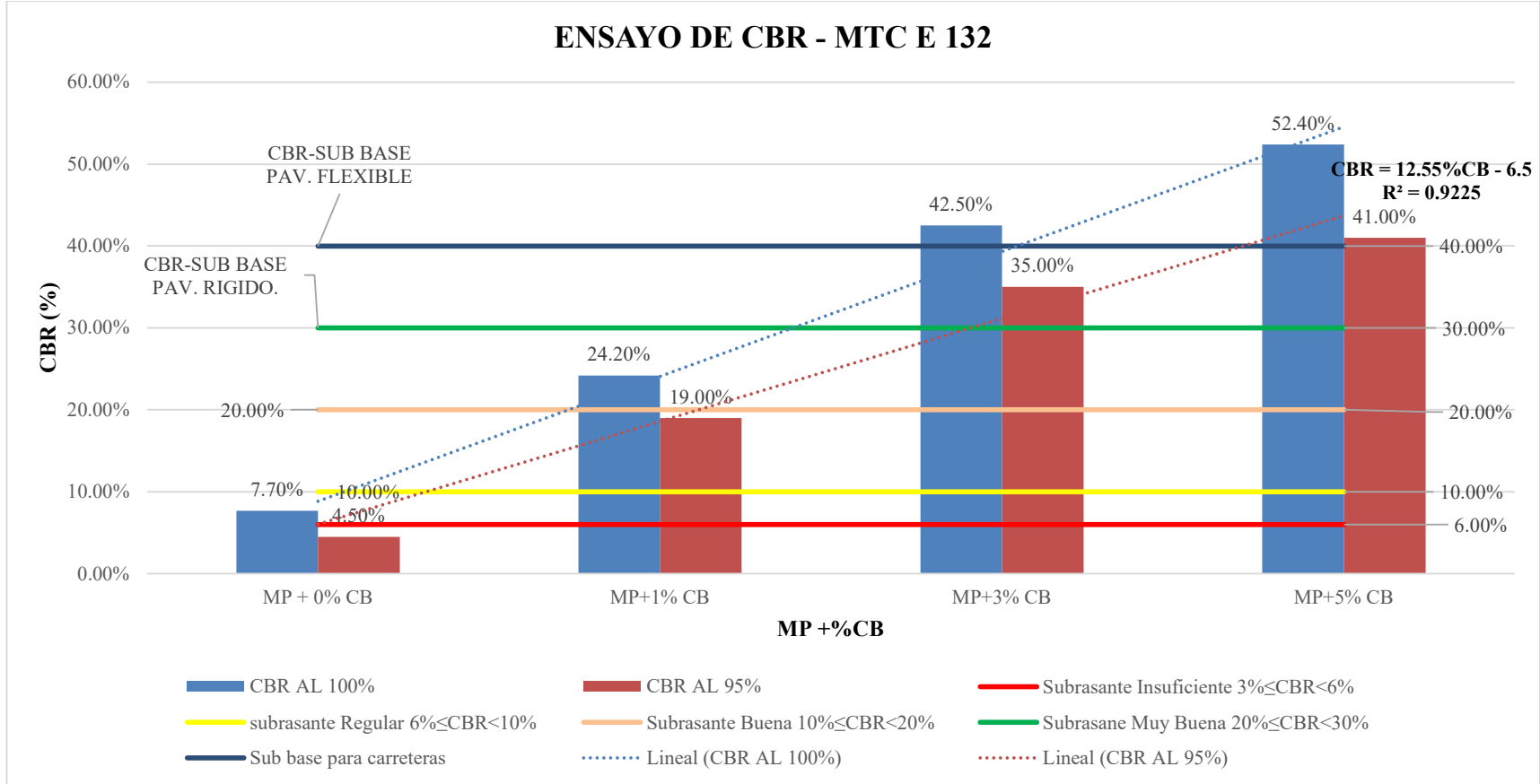
**Tabla 37. Consolidado de resultados del CBR encontrados, aplicando %CB a la MP**

| INDICADOR   |             | % CB APLICADA A LA MP |          |          |          |
|---|-------------|-----------------------|----------|----------|----------|
|   |             | MP + 0% CB            | MP+1% CB | MP+3% CB | MP+5% CB |
| CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)<br>(2.54mm - 0.01")<br>MTC E 132 | CBR AL 100% | 7.70%                 | 24.20%   | 42.50%   | 52.40%   |
|   | CBR AL 95%  | 4.50%                 | 19.00%   | 35.00%   | 41.00%   |

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 37, se puede apreciar el de CBR encontrado en cada % de CB aplicada a la MP, en donde se aprecia un 4.5% hasta 10 veces su valor.

En la Figura 50 se aprecia la tendencia que se ha generado, esto producto de la correlación entre la variable independiente y un indicador de la variable dependiente. En donde nos arroja un coeficiente de correlación de  $R=0.96$  lo cual nos indica que posee una correlación positiva muy alta, ello hace alusión a que mientras más aumente el %CB de igual manera aumentará el CBR y un coeficiente de determinación  $R^2= 0.92$  que nos quiere decir que el 92% de los resultados CBR se verá afectado por el incremento de %CB.



**Figura 50. Consolidado de resultados y tendencia de CBR (%).**  
**Fuente: Elaboración propia.**

### 4.3 Prueba de hipótesis

#### 4.3.1 Contrastación de hipótesis específica 1

**Hipótesis nula (H<sub>01</sub>):** La aplicación de la ceniza de boñiga no afecta directamente proporcional en las propiedades físicas de la estabilización en subrasantes plásticas

**Hipótesis alterna (H<sub>11</sub>):** La aplicación de la ceniza de boñiga afecta directamente proporcional en las propiedades físicas de la estabilización en subrasantes plásticas.

El análisis de Hipótesis específica 1 se realizó mediante la estadística inferencial, usando la correlación de Pearson (r) para ello usamos el programa SPSS.

**Fase 1:** Primero se identifica dentro de las propiedades físicas cuales son las que repercuten para valorar una subrasante plástica adecuada, teniendo ello presente se identifica a los Límites de Atterberg (límite líquido y límite plástico).

**Fase 2:** Para esto los indicadores pasaran una prueba para ver si posee una distribución normal o no.

**Tabla 38. Pruebas de normalidad de la variable Independiente (% de Ceniza de Boñiga)**

| Pruebas de normalidad |                                 |    |      |              |    |       |
|-----------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|-------|
|                       | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |       |
|                       | Estadístico                     | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig.  |
| % Ceniza de boñiga    | 0.214                           | 4  |      | 0.963        | 4  | 0.798 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Elaboración propia.**

Se aprecia en la **Tabla 38** que según la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk que es  $gl < 50$ , asimismo la significancia es 0.798 ello es  $> 0.05$  por lo cual se determina que la distribución de datos es NORMAL, es así que la hipótesis independiente se analizara por

pruebas PARAMÉTRICAS y en este caso se usara la correlación de Pearson por tratarse de datos cuantitativos.

**Tabla 39. Pruebas de normalidad de la variable dependiente (límite líquido)**

| Pruebas de normalidad                        |                                 |    |      |              |    |       |
|--|---------------------------------|----|------|--------------|----|-------|
|  | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |       |
|  | Estadístico                     | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig.  |
| Límite Líquido                               | 0.224                           | 4  |      | 0.949        | 4  | 0.712 |
| a. Corrección de significación de Lilliefors |                                 |    |      |              |    |       |

**Elaboración propia.**

**Tabla 40. Pruebas de normalidad de la variable dependiente (límite plástico)**

| Pruebas de normalidad                        |                                 |    |      |              |    |       |
|--|---------------------------------|----|------|--------------|----|-------|
|  | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |       |
|  | Estadístico                     | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig.  |
| Límite plástico                              | 0.162                           | 4  |      | 0.989        | 4  | 0.952 |
| a. Corrección de significación de Lilliefors |                                 |    |      |              |    |       |

**Elaboración propia.**

Se aprecia que en la **Tabla 39** y **Tabla 40**, según la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk que es  $gl < 50$ , asimismo la significancia para límite líquido y límite plástico es 0.712 y 0.952 respectivamente ellos son  $> 0.05$  por lo cual se determina que la distribución de datos es NORMAL, la hipótesis dependiente se analizara por pruebas PARAMÉTRICAS y se usara la correlación de Pearson por tratarse de datos cuantitativos.

**Fase 3:** Usamos la correlación de Pearson para la Hipótesis específica 1

**Tabla 41. Correlación de Pearson para la Hipótesis específica 1 (Límite líquido)**

| Correlaciones      |                            |                    |                |
|--------------------|----------------------------|--------------------|----------------|
|                    |                            | % Ceniza de boñiga | Límite Líquido |
| % Ceniza de boñiga | Correlación de Pearson (r) | 1                  | .983*          |
|                    | Sig. (bilateral)           |                    | 0.017          |
|                    | N                          | 4                  | 4              |
| Límite Líquido     | Correlación de Pearson     | .983*              | 1              |
|                    | Sig. (bilateral)           | 0.017              |                |
|                    | N                          | 4                  | 4              |

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

**Elaboración propia**

**Tabla 42. Correlación de Pearson para la Hipótesis específica 1 (Límite plástico)**

| Correlaciones         |                        |                       |                 |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------|
|                       |                        | % de Ceniza de boñiga | Límite plástico |
| % de Ceniza de boñiga | Correlación de Pearson | 1                     | .994**          |
|                       | Sig. (bilateral)       |                       | 0.006           |
|                       | N                      | 4                     | 4               |
| Límite plástico       | Correlación de Pearson | .994**                | 1               |
|                       | Sig. (bilateral)       | 0.006                 |                 |
|                       | N                      | 4                     | 4               |

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

**Elaboración Propia.**

#### **a. Interpretación estadística**

De la **Tabla 41** y la **Tabla 42** se aprecia que la correlación de Pearson (r) de 0.983 y 0.994 respectivamente, de acuerdo a (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 305): se clasifica como correlación positiva muy fuerte, siendo la Hipótesis nula aceptada.

## **b. Interpretación técnica**

Se concluye que a mayor % de CB a la MP aumenta el Límite líquido, Límite plástico y por ende el Índice de plasticidad superando lo requerido por el Ministerio de Transportes y comunicaciones – Manual de Carreteras – Sección Suelos y Pavimentos.

### **4.3.2 Contrastación de hipótesis específica 2**

**Hipótesis nula ( $H_{01}$ ):** La aplicación de la ceniza de boñiga no es positiva ni directamente proporcional en las propiedades mecánicas de la estabilización en subrasante plástica.

**Hipótesis alterna ( $H_{11}$ ):** La aplicación de la ceniza de boñiga es positiva y directamente proporcional en las propiedades mecánicas de la estabilización en subrasante plástica.

**Fase 1:** Primero se identifica dentro de las propiedades mecánicas cuales son las que repercuten para valorar una subrasante plástica adecuada, teniendo ello presente se identifica a la capacidad de soporte – CBR.

**Fase 2:** Para esto los indicadores pasaran una prueba para ver si posee una distribución normal o no.

Se aprecia en la **Tabla 38** que según la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk que es  $gl < 50$ , asimismo la significancia es 0.798 ello es  $> 0.05$  por lo cual se determina que la distribución de datos es NORMAL, es así que la hipótesis independiente se analizara por pruebas PARAMÉTRICAS y en este caso se usara la correlación de Pearson por tratarse de datos cuantitativos.

**Tabla 43. Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para el resultado de CBR**

| Pruebas de normalidad |                                 |    |      |              |    |       |
|-----------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|-------|
|                       | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |       |
|                       | Estadístico                     | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig.  |
| CBR                   | 0.231                           | 4  |      | 0.948        | 4  | 0.703 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

Elaboración propia.

De acuerdo a la **Tabla 43** se observa que la significancia es  $0.703 > 0.05$ , por lo tanto, es la distribución de datos es NORMAL y la hipótesis dependiente se analizara por las pruebas paramétricas, en este caso usaremos la correlación de Pearson por tratarse de datos cuantitativos.

**Fase 3:** Usamos la correlación de Pearson para la Hipótesis específica 2

**Tabla 44. Correlación de Pearson para la Hipótesis específica 2 (CBR)**

| Correlaciones         |                        |                       |       |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|-------|
|                       |                        | % de Ceniza de boñiga | CBR   |
| % de Ceniza de boñiga | Correlación de Pearson | 1                     | .960* |
|                       | Sig. (bilateral)       |                       | 0.040 |
|                       | N                      | 4                     | 4     |
| CBR                   | Correlación de Pearson | .960*                 | 1     |
|                       | Sig. (bilateral)       | 0.040                 |       |
|                       | N                      | 4                     | 4     |

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

Elaboración propia.

#### a. Interpretación estadística

De acuerdo a la **Tabla 44** se tiene como resultado la correlación de Pearson (r) de .960, de acuerdo a (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 305): se clasifica como correlación positiva muy fuerte, y una significancia de 0.04 la cual es menor a 0.05 por tal motivo se acepta la Hipótesis alterna.



**b. Interpretación técnica**

De acuerdo a la estadística, se interpreta que a mayor % CB en la MP mayor será la capacidad de Soporte, ya que actúan dichas variables directamente proporcional.

## **CAPITULO V:**

### **DISCUSION DE RESULTADOS**

**Larrea y Rivas (2019)** en su trabajo de investigación “Estabilización de suelos arcillosos con cloruro de Sodio y cloruro de calcio” menciona que **el problema presente es:** Es la búsqueda de un nuevo aditivo estabilizador el cual sea un posible agente estabilizador por humedad, deteniendo la pérdida de humedad, por ende, la pérdida de cohesión aparente en el afirmado, comparando en ambos casos el uso del cloruro de sodio y el cloruro de calcio. **El Objetivo trazado es** la estabilización de un suelo arcilloso con un rango de plasticidad de 16 a 18 con cloruro de sodio y cloruro de calcio para su implementación en vías. **El método usado** por los investigadores fue de tipo experimental. **Los resultados que se obtuvieron:** con la adición de cloruro de sodio (15%) en referencia a límite de Atterberg se observa que un suelo plástico con la adición de cloruro de sodio ha ido disminuyendo su índice de plasticidad, con respecto al Proctor modificado la densidad seca del suelo patrón es de 1736 kg/m<sup>3</sup> pero con la adición de 15% del cloruro de sodio, la densidad máxima seca aumento a 1898 kg/ m<sup>3</sup>, obteniendo un incremento de 9.33%, en referencia al CBR se presentaron valores favorables con respecto al hinchamiento. Ahora con el cloruro de calcio (20%) en referencia a límite de Atterberg se observa que

un suelo plástico con la adición ha ido disminuyendo su índice de plasticidad más significativo, con respecto al Proctor modificado la densidad seca del suelo patrón es de 1736 kg/cm<sup>3</sup> pero con la adición de 20% del cloruro de calcio, la densidad máxima aumento en 4.95%, en referencia al CBR se presentaron valores pobres los cuales generaron hinchamientos para la puesta en un pavimento. **De las conclusiones** se llegó al más resaltantes, el uso del cloruro de sodio reduce el límite líquido de un 39% a un 24.10%, reduciéndose el IP en un 17%, se observa que la densidad máxima seca experimento un incremento de 9.33% y el CBR, bajo de un 27.27% a un 24.20 % al 95%, teniendo una reducción poco significativa, de igual manera con el uso del cloruro de calcio al 20% se puede apreciar que el límite líquido se redujo de 39.05% que comprende una variación de 39% a 23.77%. del mismo modo, se tiene un decremento del Índice de plasticidad de un 17 % a un 8.48% que significa la pérdida de 50.12%, se llega a la conclusión que el cloruro de calcio disminuye la plasticidad, pero no aporta en la capacidad de soporte. **De acuerdo a los resultados de la investigación obtenidos** se encontró un suelo arcilloso CL en el antecedente se encuentra un GC el cual fue una grava arcillosa, al aplicar porcentajes la ceniza de boñiga (CB) de 1%, 3% y 5%, dio resultados en los Límites de Atterberg se han incrementado a razón aritmética, salvo que el de 5% de CB a la MP salió un límite líquido 41% al valor inicial de la MP que fue solo 32% y esto no paso en el presente antecedente en donde se ve la disminución del Límite líquido y por ende la del Índice de plasticidad; en el ensayo de Proctor modificado se ve un incremento del óptimo contenido de humedad (OCH) y un decremento de la Máxima densidad seca (MDS), ambos relacionados al incremento de % de CB en la MP y en el antecedente se aprecia lo contrario ya que se ve el incremento de la densidad seca máxima; en lo que respecta CBR se ha tenido resultados superiores a los esperados siendo el CBR al 95% en la MP fue de 4.50%, en la MP + 1% CB fue de 19.00 donde se aprecia

el incremento de cuatro veces en referencia a su valor inicial, en la MP + 3% CB fue de 35% se observa el incremento de 8 veces en comparación al valor inicial y por último en la en la MP + 5% CB fue de 41% siendo aproximadamente 10 veces su valor inicial; esto no sucedió en la investigación de **Larrea y Rivas (2019)** en donde la capacidad de soporte fue disminuyendo y con altos contenidos de cloruro de sodio (20%). Es así que en la presente investigación no se llegó a usar porcentajes altos de ceniza de boñiga para tener resultados de CBR favorables, pero si se observó el incremento del límite líquido, límite plástico y poco perceptible del índice de plasticidad.

**Hidalgo (2016)**. En su trabajo de investigación “Análisis comparativo de los procesos de estabilización de suelo con enzimas orgánicas y suelo-cemento, aplicado a suelos arcillosos de subrasante. **El objetivo general** planteado es “Definir los procesos de estabilización de suelo con enzima orgánicas y suelo-cemento, aplicado a suelos arcilloso de subrasante”, es así que sigue **la hipótesis de** “Los procesos de estabilización de suelo con enzimas orgánicas y suelo-cemento, permitirán mejorar las características físico-mecánicas de suelos arcillosos de subrasantes”. **Siendo la presente investigación de** tipo aplicada, experimental, por conveniencia del tipo censal. Del estudio se tuvo **los resultados:** se encontró que el LL es 60.5 y 86.00 siendo altamente plástico; se realizó nuevamente el ensayo ahora con la adición de enzimas y cemento en 5 y 10%, dando nuevamente LL en el primer caso como 58.5 y en los dos casos siguientes 61.2 y 58.6, donde se puede apreciar una variación no tan significativa; por otra parte en el ensayo para hallar el contenido de humedad la muestra patrón posee 30.8 y 35.4%, y una vez adicionado los enzimas y cemento en 5 y 10% este varió en 31.5, 32 y 33.8; para el ensayo de CBR en la muestra patrón se encuentran valores de 3.81 y 2.05%, una vez adicionado la enzima y cemento en 5 y 10% se aprecia que arroja resultados de 9.2, 6.86 y 6.94 respectivamente. **De los resultados se llega a la conclusión** se llega que el suelo es

altamente plástica CH, se determinó que es CBR es 3.81 y 2.05 siendo adecuados para la estabilización, al aplicar el 5% la enzima como estabilizador se ve una variación del CBR con un valor de 9.2% con respecto al valor inicial de CBR de 3.81, evidenciándose un incremento significativo. **De acuerdo a los resultados obtenidos de la investigación** se encontró un suelo arcilloso CL según SUCS y en el antecedente fue un CH arcilla altamente plásticas; en la presente investigación de los ensayos se obtuvo un límite líquido de la MP de 32%, con 1% CB de 34%, con 3% de CB de 36% y con 5% de CB es de 41 contrario o lo que obtuvo **Hidalgo (2016)** en su investigación; de acuerdo al ensayo de contenido de humedad los resultados al 0% 1%, 3% y 5% de aplicación de CB a la MP, se tuvo 2%, 5%, 3% y 3% respectivamente de lo cual se ve se asemeja a los resultados el investigador **Hidalgo (2016)**, en lo que respecta CBR se ha tenido resultados superiores a los esperados siendo el CBR al 95% en la MP fue de 4.50%, en la MP + 1% CB fue de 19.00 donde se aprecia el incremento de cuatro veces en referencia a su valor inicial, en la MP + 3% CB fue de 35% se observa el incremento de o veces en comparación al valor inicial y por último en la en la MP + 5% CB fue de 41% es así que es aproximadamente 10 veces su valor inicial se aprecia que en un inicio se asemeja al investigador pero con las aplicaciones de 3% y 5% de CB a la MP se tiene resultados inesperados y superiores hasta en diez veces por lo cual es contrario a investigador **Hidalgo (2016)** en ese aspecto ya que no supera el 10% de CBR requerido según el MTC.

**Velásquez (2018)**, en su tesis para optar el grado de Ingeniero “Influencia del cemento portland tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector la molina”. El problema que se observó la baja calidad de los suelos que conforman la subrasante de una vía, uno de los suelos que se presentan generalmente con deficiencias son las arcillas, que pueden generar dificultades en las pavimentaciones, presentando estos tipos de suelos baja capacidad de soporte. **El objetivo general de la**

**presente tesis es:** Evaluar la influencia del cemento Portland Tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector La Molina. **El método de la investigación** usada fue: tipo experimental, aplicada, de un nivel explicativa correlaciona, censal. **Los resultados obtenidos** fueron: en las calicatas se encontró suelos arcillosos gruesos, orgánicos y finos; con presencia de arena, con un contenido de humedad mínima de 28.73% y un máximo de 33.55%; con un Límite líquido de un máximo igual a 50% y un mínimo de 43%, un límite plástico máximo de 29% y un mínimo de 21%, del mismo modo el Índice de plasticidad máximo de 44% y un mínimo de 24%, de todas las calicatas se eligió la más desfavorable que es la calicata 2, aplicándose el cemento en 1%, 3% y 5% del peso seco de la muestra patrón, se obtuvieron los resultados de Límite líquido en 0, 1%, 3% y 5%, de 73, 71, 66 y 63% respectivamente, para el Límite plástico se obtuvo 29, 35, 43 y 48% respectivamente y para el Índice de plasticidad de 44, 36, 23 y 15%; se puede ver que el CBR obtenido en 0, 1, 3 y 5% de adición de Cemento Portland tipo I a la muestra patrón, dio como resultados de 1.30, 3.50, 6.63 y 13.75% respectivamente. Se llegó a la **conclusión de que el uso de Cemento portland tipo I** en la muestra patrón generó una disminución del índice de plasticidad de 44% a 15%, asimismo su CBR se vio incrementado desde 1.30% sin adición hasta 13.75% con una adición de cemento portland tipo I al 5% del peso seco. **De acuerdo a los resultados obtenidos de la investigación** se encontró un suelo arcilloso CL y en la investigación que se toma como antecedente de la calicata 2 fue un suelo OH que es un arcilla orgánica con arena según SUCS; en nuestra investigación se encontró un límite líquido 32%, 34%, 36% y 41% respectivamente, contrario a lo que obtuvo **Velásquez (2018)** en su investigación; de igual manera en el límite plástico se tuvo resultados de 17%, 19%, 21% y 24% siendo contrario a los resultados hallados por el investigador **Velásquez (2018)**; el índice de plasticidad dio como resultado 15%, 15%,

15% y 17, se observa que en el límite líquido aumento, el límite plástico aumento y el índice de plasticidad al inicio se mantuvo salvo en la última aplicación de %CB al 5% laa MP en donde aumento en referencia al antecedente; en lo que respecta CBR al 95% se ha tenido resultados superiores a los esperados en 0%, 1%, 3% y 5% de CB siendo los siguientes 4.50%, 19%, 35% y 41% superando toda expectativa, lo cual se asemeja a la investigación de **Velásquez (2018)**.

**Carrasco (2017)** en su trabajo de investigación “Estabilización de los Suelos Arcillosos Adicionando Cenizas de Caña de Azúcar en el Tramo de Moro a Virahuanca en el Distrito de Moro – Provincia del Santa – 2017”. En esta investigación se tiene como formulación del problema o siguiente ¿Será factible la estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de moro a Virahuanca en el distrito de moro – provincia del santa - 2017?. Es por ello que esta investigación tiene como **objetivo general** determinar la posibilidad de estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de moro a Virahuanca en el distrito de moro – provincia del santa – 2017. **El método de la investigación** es no experimental, correlaciones, aplicada, en donde se desarrollará la determinación de la clasificación de los suelos, Límites de Atterberg, Proctor modificado y la determinación de la resistencia con el ensayo de CBR. **Los resultados** obtenidos de la investigación se tiene una muestra de suelos SC arcilloso, que el suelo no brinda las propiedades adecuadas, siendo su humedad relativamente superior a lo normal por ende su límite de consistencia es elevado siendo esto un factor predominante para que obtenga una baja resistencia a las cargas, según se demostró en los ensayos. Se obtuvo un índice plástico de 15.68% y 15.84% de C2 y C4 respectivamente y a la hora de aplicar la C.C.A. al 35%, se obtiene IP de 9.06% y 9.1% en ambos casos. de igual forma en el ensayo de Proctor modificado se obtiene resultados 1.67 kg/cm<sup>3</sup> y 8.6% en densidad seca máxima y optimo contenido de humedad

en la C2 y de 1.66kg/cm<sup>3</sup> y 7.5% de igual manera en densidad seca máxima y óptimo contenido de humedad, siendo en la C2 al aplicar el 25% de C.C.A. se obtuvo el 1.89kg/cm<sup>3</sup> y 9.5% en densidad seca máxima y óptimo contenido de humedad siendo el mejor resultado, ahora en la C4 al adicionar C.C.A. al 35% se obtuvo 1.75kg/cm<sup>3</sup> y 7.5% el cual fue de densidad seca máxima y óptimo contenido de humedad. por último, en el ensayo de CBR en la C2 y C3 se obtuvo de 4.17% y 4.51% respectivamente y al 35% de C.C.A. se refleja resultados de 16.21% y 15.39% y al agregar más C.C.A. empieza a bajar.

**Las conclusiones** más resaltantes son debido a la resistencia y capacidad de carga del suelo se concluye que el suelo arcilloso logra estabilizar con 25% de C.C.A. y con la adición de 35% de ceniza de caña de azúcar, en relación a peso seco de la muestra de suelo, la densidad máxima seca y el óptimo contenido de humedad, alcanzando un CBR de 16.21%. y 15.39% en la C2 y C4 siendo un estabilizador que cumple las características.

**De acuerdo a los resultados obtenidos de la investigación** en lo que respecta al índice de plasticidad se ve que en Carrasco al 35% baja en 9.06% y 9.1% que son valores menores a 10% y adecuados siendo en mi investigación lo contrario porque se mantiene y en un 5% de CB a la MP empieza a subir 17%, con respecto al ensayo de Proctor modificado se ve un pico al 25% y 35% en la C2 y C4, en la presente investigación se ve una disminución gradual de la densidad máxima seca y el óptimo contenido de humedad a medida que se aplica mayor % CB a la MP va aumentando, en caso del CBR al 95% se ha tenido resultados superiores a los esperados en 0%, 1%, 3% y 5% de CB siendo los siguientes 4.50%, 19%, 35% y 41% superando toda expectativa y del antecedente a contradicho ya que se ve que a mayor %CB aumenta el CBR, asimismo la tendencia que se presenta es positivo y muy fuerte a lo que en la investigación de Carrasco se tiene que aplicar C.C.A. al 35 % para llegar a un pico de CBR de 16.21% y 15.39% en la C2 y C4 respectivamente lo cual en mi investigación solo se necesitó el 5% de CB a la MP para



llegar a valores de 41% en CBR lo cual representa 10 veces aproximadamente el valor inicial.

## CONCLUSIONES

1. La aplicación de ceniza de boñiga fue efectiva en la estabilización de subrasantes plásticas, pasando de una subrasante insuficiente a una subrasante excelente.
2. Se ha identificado que a mayor ceniza de boñiga aumenta el Índice de plasticidad de 15% a 17%, afectando inversamente proporcional en las propiedades físicas de la estabilización de subrasantes plásticas.
3. La aplicación de ceniza de boñiga es efectiva, a mayor ceniza de boñiga mayor es la capacidad de soporte de la subrasante de 4.5% a 41%, siendo directamente proporcional en las propiedades mecánicas de la estabilización de subrasantes plásticas.

## RECOMENDACIONES

1. Para futuras investigaciones se recomienda a los profesionales, técnicos y demás investigadores realizar el análisis químico de la ceniza de boñiga para tener claro su interacción con las partículas de arcillas y su respuesta a los ensayos de límites de Atterberg y específicamente al incremento del límite líquido el cual es un indicador para medir la plasticidad.
2. Para lograr una estabilización en las propiedades físicas se recomienda a los futuros investigadores analizar adicionando cal ( $HO_2$ ), siendo los suelos finos apropiados para su investigación, el objetivo principal es el de reducir el límite líquido y aumentar el límite plástico y por ende la reducción del índice de plasticidad igual o menores a 10%.
3. Se recomienda a los investigadores evaluar desde un punto de vista económico la alternativa de aplicación de ceniza de boñiga en subrasantes plásticas, porque ha dado resultados sorprendentes en función a la capacidad de soporte incrementándose en 10 veces su valor inicial con solo 5% de ceniza de boñiga asemejándose al cemento portland tipo I.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ARELLANO, Lucrecia, CRUZ Magdalena y Huertas, Carmen. El Estiércol: material de desecho, de provecho y algo más. [en línea]. Instituto de Ecología A.C., 2014, [Fecha de consulta: 04 de Julio de 2020]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/297760569>  
ISBN: 9786077579427
2. BRAJA M Das, Fundamentos de ingeniería geotécnica [en línea]. 4ta Edición, México, CENGAGE Learning, 2015, [Fecha de consulta: 04 de Julio de 2020]. Disponible en: [https://www.academia.edu/37854899/Fundamentos\\_de\\_Ingenieria\\_Geotecnica\\_Braja\\_M\\_Das](https://www.academia.edu/37854899/Fundamentos_de_Ingenieria_Geotecnica_Braja_M_Das)  
ISBN: 9786075193731.
3. CARRASCO, Danny. Estabilización de los Suelos Arcillosos Adicionando Cenizas de Caña de Azúcar en el Tramo de Moro a Virahuanca en el Distrito de Moro – Provincia del Santa – 2017. Tesis (para optar el Título de Ingeniero Civil). Nuevo Chimbote – Perú. Universidad Cesar Vallejo. 2017. 195 pp. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/10223>
4. CRESPO, Carlos, Mecánica de Suelos y Cimentaciones, [en línea], 5ta Edición, México, Limusa, 2004, [Fecha de consulta: 12 de Junio de 2020]. Disponible en: [https://www.academia.edu/35912353/Crespo\\_Villalaz\\_-\\_MEC%C3%81NICA\\_DE\\_SUELOS\\_Y\\_CIMENTACIONES.PDF](https://www.academia.edu/35912353/Crespo_Villalaz_-_MEC%C3%81NICA_DE_SUELOS_Y_CIMENTACIONES.PDF)  
ISBN: 9681864891.
5. DÍAZ, Fernando. “Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martin – Lonya Grande, Amazonas 2018”. Tesis (para optar el Título de Ingeniero Civil). Lima – Perú. Universidad Cesar Vallejo. 2018. 128 pp. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25951/D%C3%ADaz\\_VF.pdf?sequence=1](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25951/D%C3%ADaz_VF.pdf?sequence=1).
6. HERNÁNDEZ Josué, MEJÍA David y ZELAYA, Cesar. Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la universidad de el salvador. Tesis (para optar el Título de Ingeniero Civil). El Salvador. Universidad de El Salvador. 2016. 390 pp.

7. HERNÁNDEZ, Roberto; FERNANDEZ Carlos y BAPTISTA Pilar, Metodología de la investigación, [en línea]. Sexta edición, México, mcgraw-hill / interamericana editores S.A. DE C.V., 2014, [fecha de consulta: 16 de Junio de 2020], Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>.  
ISBN: 9781456223960.
8. HIDALGO, Deivys. Análisis comparativo de los procesos de estabilización de suelos con enzimas orgánicas y suelo-cemento, aplicado a suelos arcillas de subrasante. Tesis (para optar el Título de Ingeniero Civil). Ambato – Ecuador. Universidad Técnica de Ambato. 2016. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24610>
9. IGLESIAS, Luis. El estiércol y las prácticas agrarias respetuosas con el medio ambiente, [en línea]. Getafe - Madrid, Rivadeneyra, S.A., 1995, [fecha de consulta: 16 de Junio de 2020], Disponible en: [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1994\\_01.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_01.pdf)  
ISBN: 8434108267.
10. INSTITUTO Geofísico del Perú, Primera aproximación para la identificación de los diferentes tipos de suelo agrícola en el valle del río Mantaro, Lima 2010, 34pp.  
ISBN:9786124579523
11. INSTITUTO Nacional de Calidad (Perú), Norma Técnica peruana 339.126 método para la reducción de las muestras de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción, 1998 (revisada 2019), Lima 2019, 15pp.
12. JUÁREZ, Eulalio, Mecánica de Suelos I – Fundamentos de la la Mecánica de suelos, [en línea] México, Limusa, 2005, [Fecha de Consulta: 05 de junio de 2020], Disponible en: [https://www.academia.edu/38530731/Mec%C3%A1nica\\_de\\_suelos\\_Tomo\\_I\\_Eulalio\\_Ju%C3%A1rez\\_Badillo\\_y\\_Alfonso\\_Rico\\_Rodr%C3%ADguez](https://www.academia.edu/38530731/Mec%C3%A1nica_de_suelos_Tomo_I_Eulalio_Ju%C3%A1rez_Badillo_y_Alfonso_Rico_Rodr%C3%ADguez).  
ISBN: 9681800699,
13. LARREA, Bárbara y RIVAS Juan C. Estabilización de Suelos Arcillosos con Cloruro de Sodio y Cloruro de Calcio. Tesis (para optar el Título de Ingeniero Civil), Guayaquil – Ecuador. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. 2019. 138 pp. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/12607>
14. MINISTERIO de Agricultura y Riego (Perú), Anuario estadístico de la Producción Pecuaria y Avícola 2017, 2017. 154 pp.

15. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú), Manual de Ensayo de Materiales, D.S. N° 034-2008-MTC, Infraestructura vial, 2016. 1268 pp.
16. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú), Manual de Carreteras – Suelos y Pavimentos, RD N° 10-2014-MTC/14 (09.04.2014), Infraestructura vial, Lima 2014. 301 pp.
17. SANTANO, Julián. Celtibérico boustom, iberorromance busto “pastizal, vacada” y bosta “boniga”, Nouvelle Revue D'onomastique, [En línea]. 2014, 56, [Fecha de Consulta: 20 de Agosto de 2020]. Disponible en: [https://www.persee.fr/doc/onoma\\_0755-7752\\_2014\\_num\\_56\\_1\\_1809](https://www.persee.fr/doc/onoma_0755-7752_2014_num_56_1_1809).  
S/ISSN
18. TAMAYO Y TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación científica, [En línea]. 4ta Edición, México, Editora Limusa S.A., 2003, [Fecha de consulta: 18 de Junio de 2020]. Disponible en: [https://www.academia.edu/17470765/EL\\_PROCESO\\_DE\\_INVESTIGACION\\_CIENTIFICA\\_MARIO\\_TAMAYO\\_Y\\_TAMAYO\\_1?auto=download](https://www.academia.edu/17470765/EL_PROCESO_DE_INVESTIGACION_CIENTIFICA_MARIO_TAMAYO_Y_TAMAYO_1?auto=download).  
ISBN: 9681858727
19. TERZAGHI, Karl y B. PECK, Ralf, Mecánica de suelos en la Ingeniería Practica, [en línea] 2da Edición, España, El Ateneo S.A., 1973, [fecha de consulta: 18 de Junio de 2020], Disponible en: [https://dlscrib.com/mecanica-de-suelos-en-la-ingenieria-practica-karl-terzaghi-y-realph-b-peck-freelibros-org\\_58af7db46454a7d91bb1e93d\\_pdf.htm](https://dlscrib.com/mecanica-de-suelos-en-la-ingenieria-practica-karl-terzaghi-y-realph-b-peck-freelibros-org_58af7db46454a7d91bb1e93d_pdf.htm).  
ISBN: 8470210203.
20. UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, Referencias estilos ISO 690 y 690-2, [en línea], Fondo editorial Universidad Cesar Vallejo, 2017, [Fecha de Consulta: 06 de junio de 2020], S/n, Disponible en: [https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual\\_ISO.pdf](https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual_ISO.pdf).
21. VELASQUEZ, César. Influencia del cemento portland tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la Avenida Dinamarca, sector La Molina. Tesis (para optar el Título de Ingeniero Civil). Cajamarca – Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 2018. 155pp. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2534>.

## **ANEXO**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título de la investigación: “Aplicación de ceniza de boñiga para la estabilización de subrasantes plásticas”

| Problema  | Objetivos   | Marco teórico  | Hipótesis  | Variables  | Metodología  |         |             |           |   |   |       |   |   |       |
|---|---|--|--|--|--|---------|-------------|-----------|---|---|-------|---|---|-------|
| <p><b>Problema General:</b><br/>¿Cuál es la influencia de la aplicación de ceniza de boñiga en la estabilización en subrasantes plásticas?</p> <p><b>Problemas específicos:</b><br/>a) ¿De qué manera afecta la aplicación de ceniza de boñiga en las propiedades físicas de la estabilización en subrasantes plásticas?<br/>b) ¿Cómo influye la aplicación de ceniza de boñiga en las propiedades mecánicas de la estabilización en subrasantes plásticas?</p> | <p><b>Objetivo general:</b><br/>Analizar la influencia de la aplicación de ceniza de boñiga en la estabilización en subrasantes plásticas.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b><br/>a) Identificar de qué manera afecta la aplicación de la ceniza de boñiga en las propiedades físicas de la estabilización en subrasantes plásticas.<br/>b) Evaluar la influencia de la aplicación de la ceniza de boñiga en las propiedades mecánicas de la estabilización en subrasantes plásticas.</p> | <p><b>Antecedentes Internacionales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Larrea y Rivas (2019) en su trabajo de investigación “estabilización de suelos arcillosos con cloruro de sodio y cloruro de calcio”</li> <li>Hidalgo (2016) en su investigación “Análisis comparativo de los procesos de estabilización de suelo con enzimas orgánicas y suelo cemento, aplicado a suelos arcillosos de subrasante”.</li> </ul> <p><b>Nacionales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Velásquez (2018), en su tesis para optar el grado de Ingeniero “Influencia del cemento portland tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector la molina”</li> <li>Carrasco (2017) en su trabajo de investigación “Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de caña de azúcar en el tramo de Moro a Virahuanca en el distrito de Moro – Provincia de Santa -2017”</li> </ul> | <p><b>Hipótesis General:</b><br/>la aplicación de ceniza de boñiga es positiva y directamente proporcional en la estabilización en subrasante plásticas.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b><br/>a) La aplicación de ceniza de boñiga afecta directamente proporcional en las propiedades físicas de la estabilización en subrasantes plásticas.<br/>b) La aplicación de ceniza de boñiga es positiva y directamente proporcional en las propiedades mecánicas de la estabilización en subrasantes plásticas.</p> | <p><b>Variable independiente (X):</b><br/>Ceniza de Boñiga.</p> <p><b>Dimensiones:</b><br/>Porcentaje de ceniza de boñiga</p> <p><b>Variable dependiente (Y):</b><br/>Estabilización de subrasantes plásticas.</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Propiedades Físicas. <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Granulometría</li> <li>✓ Contenido de Humedad</li> <li>✓ Limite Liquido</li> <li>✓ Limite plástico</li> <li>✓ Índice de plasticidad</li> </ul> </li> <li>Propiedades mecánicas. <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Proctor modificado</li> <li>✓ Ensayo de CBR</li> </ul> </li> </ul> | <p><b>Método de investigación:</b> Científico.<br/><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada.<br/><b>Nivel de investigación:</b> Correlacional.<br/><b>Diseño de investigación:</b> cuasi experimental</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>MUESTRA</th> <th>ESTIMULANTE</th> <th>RESULTADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>G</td> <td>-</td> <td><math>O_1</math></td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>X</td> <td><math>O_2</math></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Población:</b><br/>La población en la presente investigación fue tres calicatas (C1, C2 y C3) de la subrasante plástica de 500 kg de la Calle sin nombre de la Progresiva 0+000 km a 0+150 km, ubicado en el sector de Torre Torre, Asociación Tupac Amaru II, del Distrito y Provincia, Región Junín.</p> <p><b>Muestra:</b><br/>La muestra para la presente investigación de la población fue la calicata C1 siendo la muestra patrón (MP), el cual es una subrasante plástica, obtenida utilizando el tipo de muestreo no probabilístico, de la Calle sin nombre de la Progresiva 0+000 km a 0+150 km, ubicado en el sector de Torre Torre, Asociación Tupac Amaru II, del Distrito y Provincia, Región Junín</p> <p><b>Técnicas e instrumentos:</b><br/>Observación, revisión y análisis de documentos, trabajo en campo, fichas de laboratorio.</p> | MUESTRA | ESTIMULANTE | RESULTADO | G | - | $O_1$ | G | X | $O_2$ |
| MUESTRA   | ESTIMULANTE   | RESULTADO  |  |  |  |         |             |           |   |   |       |   |   |       |
| G   | -   | $O_1$  |  |  |  |         |             |           |   |   |       |   |   |       |
| G   | X   | $O_2$  |  |  |  |         |             |           |   |   |       |   |   |       |

Fuente: Elaboración propia.



## **ENSAYOS DE LABORATORIO**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGRIETADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPs, DPHs
- ESTUDIOS Y ENSAYOS DE OBRAS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRABAJO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI

| PERFIL ESTRATIGRÁFICO       |  |               |  |                          |                                       |   |
|-----------------------------|--|---------------|--|--------------------------|---------------------------------------|---|
| REFERENCIA                  | NTP 339.150 SUELOS. DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS. PROCEDIMIENTO VISUAL-MANUAL. |               |  |                          |                                       |   |
| DATOS                       |  |               | REGISTRO DE EXCAVACION   |                          |                                       |   |
| EXPEDIENTE N°:              | 1056 - 2020 -AS  |               | EXCAVACIÓN : C - 1   |                          |                                       |   |
| PETICIONARIO :              | BACH. ALEXANDER GONZALO QUESPE ZIVEROS   |               | NIVEL FREÁTICO : NO PRESENTA   |                          |                                       |   |
| ATENCIÓN:                   | UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  |               | TAMAÑO EXCAV. : PROF = 1,50 m  |                          |                                       |   |
| PROYECTO:                   | APLICACIÓN DE CENIZA DE BOVEDA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS           |               | INICIO : 6/09/2020   |                          |                                       |   |
| UBICACIÓN :                 | ASOCIACIÓN TORAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN                     |               | TERMINO : 6/09/2020  |                          |                                       |   |
| CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO: | P-079-2020   |               | REGISTRADO POR : L.A.R.Q   |                          |                                       |   |
| METODO DE EXCAV.:           | MANUAL   |               | REVISADO POR : J.Y.A.A   |                          |                                       |   |
| REPRESENTACIÓN              | PROFUNDIDAD (m)  | CLASIFICACIÓN |  | CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | PESO VOLUMÉTRICO (g/cm <sup>3</sup> ) | DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACTACIÓN, FORMA DE LAS PARTÍCULAS, TAMAÑO MÁXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGÁNICA, ETC.            |
|                             |  | SÍMBOLOS      | GRÁFICO  |                          |                                       |   |
|                             | 0.20   | CL            |  | 7%                       | 1.708                                 | Arcilla arenosa de baja plasticidad, con presencia de restos de esbozo marfil claro, partículas de forma sub redondeada, presenta cohesión, con 50% de fines aproximadamente.                                     |
|                             | 1.30   | CL            |  | 10%                      | 1.730                                 | Arcilla arenosa de baja plasticidad, de color marfil claro, partículas de forma sub redondeada, presenta cohesión, presenta plasticidad, con un tamaño máximo nominal de 25 mm, con 50% de fines aproximadamente. |
|                             | 1.50   |               |  |                          |                                       |   |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS  |  |               |  |                          |                                       |   |
| PL:                         | Turba  |               | Cálculo : C - 1  |                          |                                       |   |
| S/N:                        | Sin muestra  |               | Ubicación : ASOCIACIÓN TORAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN |                          |                                       |   |
| RE:                         | Material de Retorno  |               |  |                          |                                       |   |
| M-C:                        | Muestra almacenada (PL)  |               |  |                          |                                       |   |
| Nº:                         | NIVEL FREÁTICO   |               |  |                          |                                       |   |

\* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, estación, nombre del proyecto, vibración.

HC-AS-006 REV.01 FECHA:2019/06/14

Ing. Juan Carlos Avila Alvarado

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3990 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483586 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN ARREGLOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y ADMA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS REOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSTU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSO-INDECOPI

| PERFIL ESTRATIGRÁFICO       |  |  |         |                          |  |   |
|-----------------------------|--|--|---------|--------------------------|--|---|
| REFERENCIA                  |  | NTP 239.150 SUELOS. DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS. PROCEDIMIENTO VISUAL-MANUAL. |         |                          |  |   |
| DATOS                       |  |  |         | REGISTRO DE EXCAVACION   |  |   |
| EXPEDIENTE Nº:              | 1007 - 2020 -AS  |  |         | EXCAVACIÓN :             | C - 2  |   |
| PETICIONARIO :              | BACH. ALEXANDER GONZALO QUISEP RIVEROS   |  |         | NIVEL FREÁTICO :         | NO PRESENTA  |   |
| ATENCIÓN:                   | UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  |  |         | TAMAÑO EXCAV. :          | PROF = 1,50 m  |   |
| PROYECTO:                   | APLICACIÓN DE CENIZA DE BORDGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS |  |         | INICIO :                 | 8/09/2020  |   |
| UBICACIÓN :                 | ASOCIACIÓN TUPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN           |  |         | TERMINO :                | 8/09/2020  |   |
| CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO: | P-079-2020   |  |         | REGISTRADO POR :         | L.A.H.Q  |   |
| METODO DE EXCAV:            | MANUAL   |  |         | REVISADO POR :           | J.Y.A.A  |   |
| REPRESENTACION              | PROFUNDIDAD (m)  | CLASIFICACION  |         | CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | PESO VOLUMÉTRICO (gr/cm <sup>3</sup> )                               | DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACTAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MÁXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.               |
|                             |  | SIMBOLOS   | GRÁFICO |                          |  |   |
| 0.20                        | CL   | CL   | CL      | 6%                       | 1.711  | Arcilla arenosa de baja plasticidad, con presencia de rollos, de color marrón claro, presenta cohesión, con límite de flujo aproximadamente.  |
| 1.30                        | CL   | CL   | CL      | 11%                      | 1.741  | Arcilla arenosa de baja plasticidad, de color marrón claro, partículas de forma sub redondeada, presenta cohesión, presenta plasticidad, con un tamaño máximo nominal de 25 mm, con 60% de finos aproximadamente. |
| 1.50                        |  |  |         |                          |  |   |
| IDENTIFICACION DE MUESTRAS  |  |  |         |                          |  |   |
| PL:                         | Tubo   |  |         | Calcuta :                | C - 2  |   |
| S/M:                        | Sin muestra  |  |         | Ubicación :              | ASOCIACIÓN TUPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN |   |
| RE:                         | Material de Relleno  |  |         |                          |  |   |
| M-I:                        | Muestra alterada Nº1   |  |         |                          |  |   |
| Nº:                         | NIVEL FREÁTICO   |  |         |                          |  |   |

\* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación.  
 HC-AS-006 REV.01 FECHA:2019/08/14

Ing. Janet Yáñez Andú Alvar  
 Mecánico Civil  
 CIP 9975

Email: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com)   
 Web: <http://centauroringenieros.com/>   
 Facebook: [centauroringenieros](https://www.facebook.com/centauroringenieros)  
 Av. Mariscal Castilla Nº 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la tra Puerta de la U.N.C.P.)   
 Telf. 064 - 253727 Cel. 992875880 - 964483588 - 964066015  
 Para verificar la autenticidad del Informe puede comunicarse a: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN ACREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, D<sub>10</sub>, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS (RITU)



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/050-INDECOPI

| PERFIL ESTRATIGRÁFICO       |  |  |                        |                          |                                       |  |
|-----------------------------|--|--|------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--|
| REFERENCIA                  |  | NTP 339.150 SUELOS. DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS. PROCEDIMIENTO VISUAL-MANUAL. |                        |                          |                                       |  |
| DATOS                       |  |  | REGISTRO DE EXCAVACION |                          |                                       |  |
| EXPEDIENTE N°:              | 1121 - 2020 -AS  | EXCAVACIÓN :   | C - 3                  |                          |                                       |  |
| PETICIONARIO :              | BACH. ALEXANDER GONZALO QUISEP RIVEROS   | NIVEL FREÁTICO :   | NO PRESENTA            |                          |                                       |  |
| ATENCIÓN:                   | UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  | TAMAÑO EXCAV. :  | PROF = 1,50 m          |                          |                                       |  |
| PROYECTO:                   | APLICACIÓN DE CENIZA DE BÓRIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS | INICIO :   | 10/09/2020             |                          |                                       |  |
| UBICACIÓN :                 | ASOCIACIÓN TUPAC AHARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN           | TERMINO :  | 10/09/2020             |                          |                                       |  |
| CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO: | P-079-2020   | REGISTRADO POR:  | L.A.H.Q.               |                          |                                       |  |
| METODO DE EXCAV:            | MANUAL   | REVISADO POR :   | J.Y.A.A                |                          |                                       |  |
| REPRESENTACION              | PROFUNDIDAD (m)  | CLASIFICACION  |                        | CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | PESO VOLUMETRICO (g/cm <sup>3</sup> ) | DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACTAD, FORMA DE LAS PARTÍCULAS, TAMAÑO MÁXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGÁNICA, ETC.              |
|                             |  | SÍMBOLOS   | GRÁFICO                |                          |                                       |  |
|                             | 0.30   | CL   |                        | 6%                       | 1.709                                 | Arilla arenosa de baja plasticidad, con presencia de raíces, de color marrón claro, presenta cohesión, con un tamaño máximo nominal de 19 mm, con 50% de finos aproximadamente.                                  |
|                             | 1.30   | CL   |                        | 11%                      | 1.728                                 | Arilla arenosa de baja plasticidad, de color marrón claro, partículas de forma sub redondeada, presenta cohesión, presenta plasticidad, con un tamaño máximo nominal de 25 mm, con 70% de finos aproximadamente. |
|                             | 1.50   |  |                        |                          |                                       |  |
| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS  |  |  |                        |                          |                                       |  |
| Pl:                         | Turba  |  |                        |                          | Calicata :                            | C - 3  |
| S/M:                        | Sin muestra  |  |                        |                          | Ubicación :                           | ASOCIACIÓN TUPAC AHARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN   |
| RE:                         | Material de Relleno  |  |                        |                          |                                       |  |
| M-I:                        | Muestra alterada N°1   |  |                        |                          |                                       |  |
| MF:                         | NIVEL FREÁTICO   |  |                        |                          |                                       |  |

\* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación.  
HC-AS-006 REV.01 FECHA:2019/09/14

GRUPO CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
AREA DE CALIDAD  
  
Mg. Ing. Javier Viqueza Andino Arias  
INGENIERO CIVIL  
CIP 50772

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 982875880 - 964483588 - 964966045

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**LABORATORIO DE SUELOS**

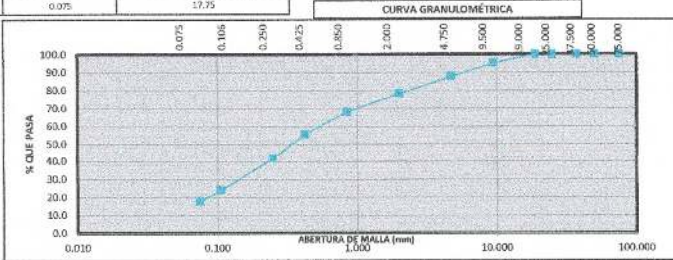
**INFORME**

1. EXPEDIENTE N° : 341-2021-AS  
 2. PETICIONARIO : BACH, ALEXANDER GONZALO QUISPE RIVEROS  
 3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 4. PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS  
 5. UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TÚPAC AMARIU II – SECTOR DE TORRE TORRE – HUANCAYO – JUNÍN  
 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 12 DE FEBRERO DEL 2021  
 7. FECHA DE EMISIÓN : 16 DE FEBRERO DEL 2021

|                                      |  |                                   |
|--------------------------------------|--|-----------------------------------|
| Código orden de Trabajo : P-028-2021 | Sondeo : NO ESPECÍFICA                   | Profundidad de la calicata (m): - |
| Tipo de material : CENIZA            | Condiciones de muestra: MUESTRA ALTERADA | Ubicación : CENIZA DE BOÑIGA      |

|   |  |
|---|--|
| <b>ENSAYOS:</b><br>Análisis Granulométrico por tamizado<br>Unidad de Consistencia<br>Clasificación SUCS<br>Clasificación AASHTO | <b>MÉTODOS:</b><br>NTP 309.128.1009 (revisado el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.<br>NTP 309.129.1009 (revisado el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.<br>NTP 319.134.1009 (revisado el 2019) Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).<br>NTP 319.135.1009 (revisado el 2019) Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. |
|---|--|

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICA POR TAMIZADO |               |            | DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA         |       |       |
|--------------------------------------|---------------|------------|-------------------------------------|-------|-------|
| TAMIZ                                | ABERTURA (mm) | % QUE PASA | % GRAVA                             | GG %  | 0.00  |
| 3"                                   | 75.000        | 100.00     | GF %                                | 12.32 |       |
| 2"                                   | 50.000        | 100.00     | AG %                                | 9.56  |       |
| 1 1/2"                               | 37.500        | 100.00     | AM %                                | 22.85 |       |
| 1"                                   | 25.000        | 100.00     | AF %                                | 37.51 |       |
| 3/4"                                 | 19.000        | 100.00     |                                     |       |       |
| 3/8"                                 | 9.500         | 94.06      | % FINOS                             |       | 17.75 |
| N°4                                  | 4.750         | 87.68      | Tamaño Máximo de la Grava (mm)      |       | -     |
| N°10                                 | 2.000         | 78.12      | Forma del suelo grueso              |       | -     |
| N°20                                 | 0.850         | 67.89      | Porcentaje retenido en la 3 phi (%) |       | 0.00  |
| N°40                                 | 0.425         | 55.27      | Coefficiente de Curvatura           |       | 0.99  |
| N°60                                 | 0.250         | 42.00      | Coefficiente de Uniformidad         |       | 14.16 |
| N°100                                | 0.150         | 33.92      |                                     |       |       |
| N°200                                | 0.075         | 17.75      |                                     |       |       |



|      |        |       |        |       |        |
|------|--------|-------|--------|-------|--------|
| FINO | 17.75% | ARENA | 69.92% | GRAVA | 12.32% |
|------|--------|-------|--------|-------|--------|

Nota:  
 Fecha de ensayo : 2021-02-15  
 Temperatura Ambiente : 22,5 C°  
 Humedad relativa : 28 %  
 Área donde se realizó los ensayos : Suelos y Pavimentos - Suelos II y Concreto  
**OBSERVACIÓN:** Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.  
 \*Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: Peticionario, Atención, nombre del proyecto, Ubicación.  
 \*Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD. LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CUENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
 HC-AS-028 REV.05 FECHA: 2020/02/11

**INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.S.**  
**AV. DE CALIZADA**  
  
**Ing. Ing. Janice Yéssica Andía Arias**  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP 8975

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 084 - 253727 Cel. 992875860 - 964483580 - 964966015  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**CENTAURO INGENIEROS**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Bolivia N° LE-141  
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**Informe de ensayo con valor oficial**

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**LABORATORIO DE SUELOS**

**INFORME**

- 1. EXPEDIENTE N° : 808-2020-AS
- 2. PETICIONARIO : BACH. ALEXANDER GONZALO QUISPE RIVEROS
- 3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
- 4. PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS
- 5. UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN
- 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020
- 7. FECHA DE EMISIÓN : 24 DE AGOSTO DEL 2020

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>ENSAYO:</b>       | <b>MÉTODO:</b>  |
| Contenido de Humedad | NTP 339.127 1996 (REVISADA EL 2019) SUELOS, Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. |

PÁGINA 1 DE 1

| CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO | SONDEO   | MUESTRA / PROF.      | UBICACIÓN  | PROFUNDIDAD DE LA CALICATA (m) | TIPO DE MUESTRA | CONDICIÓN DE MUESTRA | MÉTODO | % DE HUMEDAD | MÉTODO DE SECADO |
|-------------------------|----------|----------------------|--|--------------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------------|------------------|
| P-055-2020              | CALICATA | C1 (0,60 M - 1,50 M) | C1, COORDENADA S UTMWGS84 E:479957,0 M N:8666809,0 M | 1.5                            | SUELO           | MUESTRA ALTERADA     | ± 1%   | 2            | 110 °C ± 5       |

\*LOS RESULTADOS SE REPORTAN AL ± 1% .  
\*LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON LA MASA MÍNIMA RECOMENDADA.  
\*LA MUESTRA ENSAYADA NO CONTIENE MAS DE UN MATERIAL.  
\*EN LA MUESTRA ENSAYADA NO SE EXCLUYO NINGÚN MATERIAL.

**NOTA:**  
Fecha de ensayo : 2020-07-08  
Temperatura Ambiente : 15 °C  
Humedad relativa : 33 %  
Área donde se realizó los ensayos : Suelos y Pavimentos

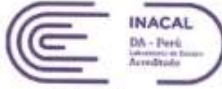
**OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.**  
\* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra, profundidad.  
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.  
LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
HC-AS-001 VERSIÓN: 01 REV.01 FECHA: 2020/02/28

Fin de página

INstituto Nacional de Acreditación y Certificación  
ÁREA DE CALIDAD  
Mg. Ing. Juan Velasco Andía Arias  
INGENIERO EN CALIDAD  
CIP 84071

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 084 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964986015  
Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**CENTAURO INGENIEROS**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Resolución R.L.E. 141

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

## Informe de ensayo con valor oficial

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

### LABORATORIO DE SUELOS INFORME

|                       |  |
|-----------------------|--|
| 1. EXPEDIENTE N°      | : 781-2020-45  |
| 2. PETICIONARIO       | : BACH. ALEXANDER GONZALO OLIMPE RIVEROS   |
| 3. ATENCIÓN           | : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  |
| 4. PROYECTO           | : APLICACIÓN DE CENIZA DE BORIÇA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS |
| 5. UBICACIÓN          | : ASOCIACIÓN TÓPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN           |
| 6. FECHA DE RECEPCIÓN | : 07 DE AGOSTO DEL 2020  |
| 7. FECHA DE EMISIÓN   | : 17 DE AGOSTO DEL 2020  |

|                                      |  |   |
|--------------------------------------|--|---|
| Código orden de Trabajo : P-055-2020 | Sondeo : C1                              | Profundidad (m) : 1,90                                      |
| Tipo de material : Suelo             | Condiciones de muestra: Muestra Alterada | Ubicación : Coordenadas UTM-WGS84 (E:479957,0-N: 8666909,0) |

|   |  |
|---|--|
| <b>ENSAYOS:</b><br>Análisis granulométrico por tamizado | <b>MÉTODOS:</b><br>NTP 100.120 1999 (revisado el 2018) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.<br>NTP 100.120 1999 (revisado el 2018) SUELOS. Método de ensayo para determinar el Índice Líquido, Índice Plástico, e Índice de plasticidad de suelos.<br>NTP 100.124 1999 (revisado el 2018) MUESTRAS para la estabilización de suelos con propélticos de Ingeniería (Ensayo certificado de clasificación de suelos, SUCS)<br>NTP 100.125 1999 (revisado el 2018) Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. |
|---|--|

| TAMIZ  | ABERTURA (mm) | % QUE PASA |
|--------|---------------|------------|
| 1"     | 75.000        | 100.00     |
| 2"     | 50.000        | 100.00     |
| 1 1/2" | 37.500        | 100.00     |
| 1"     | 25.000        | 100.00     |
| 3/4"   | 18.000        | 97.36      |
| 5/8"   | 9.500         | 95.58      |
| Nº4    | 4.750         | 91.49      |
| Nº10   | 2.000         | 86.64      |
| Nº20   | 0.850         | 83.02      |
| Nº40   | 0.425         | 80.14      |
| Nº60   | 0.250         | 77.53      |
| Nº100  | 0.150         | 74.77      |
| Nº200  | 0.075         | 68.03      |



| FINO    | ARENA  | GRAVA |
|---------|--------|-------|
| 68.03%  | 22.50% | 8.51% |
| 100.00% |        |       |

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| MÉTODO DE ENSAYO            | MULTIPUNTO |
| PREPARACIÓN DE LA MUESTRA   | SECA       |
| % RETENIDO EN EL TAMIZ Nº40 | 15.86      |

|                         |    |
|-------------------------|----|
| LÍMITES DE CONSISTENCIA |    |
| % LÍMITE LÍQUIDO        | 32 |
| % LÍMITE PLÁSTICO       | 17 |
| % ÍNDICE PLÁSTICO       | 15 |

\* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA  
\* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN

|    |                                     |   |                      |
|----|-------------------------------------|---|----------------------|
| CL | ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD | CLASIFICACIÓN S.U.C.S.                                    |                      |
|    |                                     | CLASIFICACIÓN AASHTO                                      |                      |
|    |                                     | CLASIFICACIÓN DE GRUPO                                    | A-6 (H)              |
|    |                                     | TIPOS USUALES DE MATERIALES CONSTITUYENTES SIGNIFICATIVOS | SUELOS ARCILLOSOS    |
|    |                                     | CLASIFICACIÓN GENERAL COMO SUBRASANTE                     | REGULAR A DEFICIENTE |

**Nota:**  
Fecha de ensayo : 2020-08-17  
Temperatura Ambiente : 22.8 C°  
Humedad relativa : 26 %  
Ave. Ancho se realizó los ensayos : Suelos y Pavimentos - Suelos II y Casaruta

**OBSERVACION :** Muestras e identificación realizadas por el Peticionario.

\* Los datos presentados por el cliente son los siguientes: Peticionario, Atención, Nombre del proyecto, Ubicación.  
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD  
LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBERÁN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

MC-AS-033 REV.05 FECHA: 2020/02/11

INGENIERO GENERAL DE CALIDAD  
AREA DE CALIDAD  
Ing. Ines Trujillo  
INGENIERA S.A.  
CIP 4876

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 084 - 253727 Cel. 982875860 - 964483568 - 964960015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**CENTAURO INGENIEROS**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Informe de ensayo con valor oficial  
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

## LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

### LABORATORIO DE SUELOS INFORME

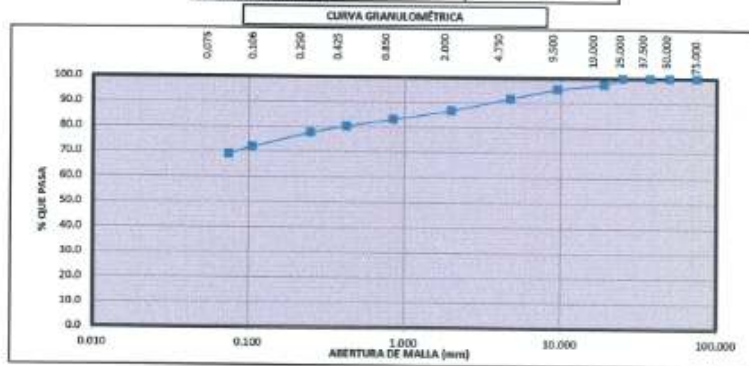
- 1. EXPEDIENTE N° : 761-2020-AS
- 2. PETICIONARIO : BACH. ALEXANDER GONZALO GUSPE RIVEROS
- 3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
- 4. PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOVIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS
- 5. UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TÓPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN
- 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020
- 7. FECHA DE EMISIÓN : 17 DE AGOSTO DEL 2020

|                                      |  |  |
|--------------------------------------|--|--|
| Código orden de Trabajo : F-955-2020 | Sondeo : C1                              | Profundidad (m) : 1.50                                     |
| Tipo de material : Suelo             | Condiciones de muestra: Muestra Alterada | Ubicación : Coordenadas UTM-WGS84 (E:479657,0-N: 886800,0) |

| ENSAYOS                                 | Método  |
|---|---|
| Análisis Granulométrico por Evaporación | NTP 330.128 1999 (revisado el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.   |
| Límites de Consistencia                 | NTP 330.129 1999 (revisado el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.           |
| Clasificación SAC                       | NTP 330.134 1999 (revisado el 2019) Método para la clasificación de suelos con propósitos de Ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). |
| Clasificación AASHTO                    | NTP 330.135 1999 (revisado el 2019) Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.  |

| DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA          |      |                |
|--------------------------------------|------|----------------|
| % GRAVA                              | GG % | 3.64           |
|                                      | GF % | 5.87           |
| % ARENA                              | AG % | 4.85           |
|                                      | AM % | 5.50           |
|                                      | AF % | 11.21          |
| % FINOS                              |      | 68.93          |
| Tamaño Máximo de la Grava (mm)       |      | 25             |
| Forma del suelo grueso               |      | Sub Redondeado |
| Porcentaje retenido en la 3 pulg (%) |      | 0.00           |
| Coeficiente de Curvatura             |      | -              |
| Coeficiente de Uniformidad           |      | -              |

Hoja 1 de 1



|             |              |             |
|-------------|--------------|-------------|
| FINO 68.93% | ARENA 22.56% | GRAVA 8.51% |
|-------------|--------------|-------------|

NOTA:  
Fecha de ensayo : 2020-08-17  
OBSERVACION : Muestra a clasificación realizada por el Peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

MC-AS-033 REV.05 FECHA: 2020/02/11

INGENIERO VICENTE GUSTAVO BARRERA S.A.C.  
MURIELA D.R. CUAL CUAL  
Mg. Ing. Janet Yelton Andía Arias  
INGENIERA CIVIL  
CIP 80776

Fin de página.

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 902875860 - 964483588 - 964866015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 775-2020-AS  
 PETICIONARIO : BACH, ALEXANDER GONZALO QUISPE RIVEROS  
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS  
 UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 19 DE AGOSTO DEL 2020

**DATOS DE LA MUESTRA**

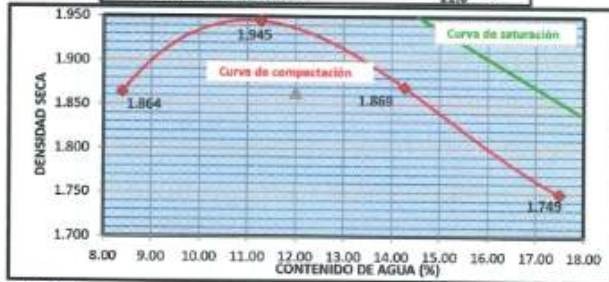
CALICATA : C1, COORDENADAS UTMWGS84 E-479957.0 M N:8666809.0 M , ASOCIACION TUPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN

**ENSAYO PROCTOR MÉTODO A - MTC E 115**

|   |         |                                 |         |                               |         |                                       |         |        |        |
|---|---------|---------------------------------|---------|-------------------------------|---------|---------------------------------------|---------|--------|--------|
| Nro de capas:   | 5.00    | Altura de caída del pisón (cm): | 45.72   | Peso del pisón (Kg):          | 4.54    | Volumen del molde (cm <sup>3</sup> ): | 944     |        |        |
| Energía de Compactación modificada (kg-cm/cm <sup>3</sup> ):  | 27.5    | Numero de golpes/caja:          | 25.00   | Gravedad Especifica S/tamaño: | 2.67    |                                       |         |        |        |
| Masa del suelo húmedo + molde (g)                             | 3604.50 |                                 | 3740.00 |                               | 3713.50 |                                       | 3636.50 |        |        |
| Masa del molde (g)  | 1697.00 |                                 | 1697.00 |                               | 1697.00 |                                       | 1697.00 |        |        |
| Peso suelo húmedo compactado (g)                              | 1908    |                                 | 2043    |                               | 2017    |                                       | 1940    |        |        |
| Peso volumétrico húmedo (g/cm <sup>3</sup> ):                 | 2.021   |                                 | 2.164   |                               | 2.136   |                                       | 2.055   |        |        |
| Recipiente N°   |         | h-19                            | H-11    | K-9                           | K-28    | K-6                                   | K-11    | K-22   | K-3    |
| Masa del suelo húmedo + tara (g)                              |         | 834.40                          | 676.80  | 704.10                        | 726.70  | 806.60                                | 694.00  | 646.60 | 689.80 |
| Masa del suelo seco + tara (g)                                |         | 777.90                          | 632.40  | 640.80                        | 661.50  | 716.20                                | 617.10  | 564.60 | 599.10 |
| Masa del Recipiente (g)                                       |         | 102.50                          | 105.40  | 81.30                         | 81.70   | 84.40                                 | 76.60   | 84.00  | 83.00  |
| Masa del agua (g)   |         | 56.50                           | 44.40   | 63.30                         | 65.20   | 90.40                                 | 76.90   | 82.00  | 90.70  |
| Masa del suelo seco (g)                                       |         | 675.40                          | 527.00  | 559.50                        | 579.80  | 631.80                                | 540.50  | 470.60 | 516.10 |
| Contenido de agua (%)   |         | 8.37                            | 8.43    | 11.31                         | 11.25   | 14.31                                 | 14.23   | 17.42  | 17.57  |
| Presente de contenido de agua (%)                             |         | 8.40                            |         | 11.30                         |         | 14.27                                 |         | 17.50  |        |
| Densidad húmeda del espécimen compactado (g/cm <sup>3</sup> ) |         | 1.864                           |         | 1.945                         |         | 1.869                                 |         | 1.749  |        |
| Humedad Saturación (%)  |         | 4.00                            |         | 8.00                          |         | 12.00                                 |         | 22.00  |        |
| Peso Volumetric Saturacion                                    |         | 2.413                           |         | 2.128                         |         | 1.854                                 |         | 1.790  |        |

DENSIDAD SECA MÁXIMA CORREGIDA : 1.948 g/cm<sup>3</sup>  
 CONTENIDO DE AGUA : 11.0 %

| TAMIZ | PARCIAL RETENIDO % | PASA (%) |
|-------|--------------------|----------|
| 3"    | 0.00               | 100.00   |
| 2"    | 0.00               | 100.00   |
| 3/4"  | 0.00               | 100.00   |
| 3/8"  | 0.00               | 100.00   |
| N°4   | 0.00               | 100.00   |
| <N°4  | 100.00             | 0.00     |



OBSERVACION : Muestra remitida por el Peticionario.

\* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra.

HC-65-007 VER.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

GRUPO CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 AREA DE CALIDAD  
 Mg. Ing. Jairo V. Arias  
 INGENIERO CALIDAD  
 CP 8071

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992675800 - 964483588 - 964960015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

- SERVICIOS DE:
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
  - ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
  - ENSAYOS EN ROCAS
  - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
  - ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
  - PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN GIMANTEMAS
  - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
  - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
  - EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS BSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 776-2020-AS  
 PETICIONARIO : BACH. ALEXANDER GONZALO QUISPE RIVEROS  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS  
 UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 19 DE AGOSTO DEL 2020

**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : C1, COORDENADAS UTMWGS84 E:479957.0 M N:8666809.0 M, ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN

**CBR - MTC E 132**

| ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO |       |       |        |        |        |
|--------------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Contenido de agua                    | %     | 8,395 | 11,279 | 14,268 | 17,499 |
| Peso volumetrico seco                | g/cm3 | 1,864 | 1,945  | 1,869  | 1,749  |

| ETAPA DE COMPACTACION    |         |          |           |
|--------------------------|---------|----------|-----------|
| IDENTIFICACION DEL MOLDE | MOLDE I | MOLDE II | MOLDE III |
| NÚMERO DE CAPAS          | 5,00    | 5,00     | 5,00      |
| GOLPES POR CAPA          | 12,00   | 26,00    | 55,00     |

| MUESTRA                       | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |
|-------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Masa del molde + suelo humedo | 8420        | 8563     | 9545        | 9639     | 8955        | 9096     |
| Masa del molde                | 3802,0      | 3802,0   | 4717,0      | 4717,0   | 3978,0      | 3978,0   |
| Masa del suelo humedo         | 4618,0      | 4761,0   | 4828,0      | 5122,0   | 5017,0      | 5118,0   |
| Volumen del molde             | 2316,0      | 2316,0   | 2316,0      | 2316,0   | 2316,0      | 2316,0   |
| Densidad humeda               | 1,994       | 2,056    | 2,085       | 2,212    | 2,166       | 2,210    |
| % de humedad                  | 11,00       | 11,00    | 11,00       | 11,00    | 11,00       | 11,00    |
| Densidad seca                 | 1,795       | 1,852    | 1,875       | 1,992    | 1,951       | 1,921    |
| Tara N°                       | L-50        | L-23     | L-15        | L-20     | C-1         | L-22     |
| Tara + suelo humedo           | 773,6       | 727,6    | 760,4       | 736,4    | 801,4       | 751,7    |
| Tara + suelo seco             | 707,1       | 633,0    | 694,8       | 645,3    | 730,9       | 660,0    |
| Masa del agua                 | 66,5        | 94,6     | 65,6        | 91,1     | 70,5        | 91,7     |
| Masa de la tara               | 105,1       | 89,4     | 89,4        | 86,2     | 99,0        | 81,2     |
| Masa del suelo seco           | 602,0       | 543,6    | 575,4       | 559,1    | 631,9       | 578,8    |
| % de humedad                  | 11,05       | 12,40    | 11,02       | 16,29    | 11,16       | 15,81    |

CBR AL 100% DE LA M.C % 7,72  
 CBR AL 95% DE LA % 4,50  
 MDS GR/CM3 1,95  
 OCH % CH 11,00

**OBSERVACION | Muestra remitida por el Peticionario.**

\* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra.

HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

MEMBRO SENATI CON PRESENCIA DEL SENATI  
 AREA DE CALIDAD  
 Mg. Ing. Jairo J. Ancochea Ancochea  
 INGENIERO CIVIL  
 CP 9875

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875880 - 964483588 - 964866015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

- SERVICIOS DE:**
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
  - ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
  - ENSAYOS EN ROCAS
  - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
  - ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
  - PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
  - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
  - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
  - EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU

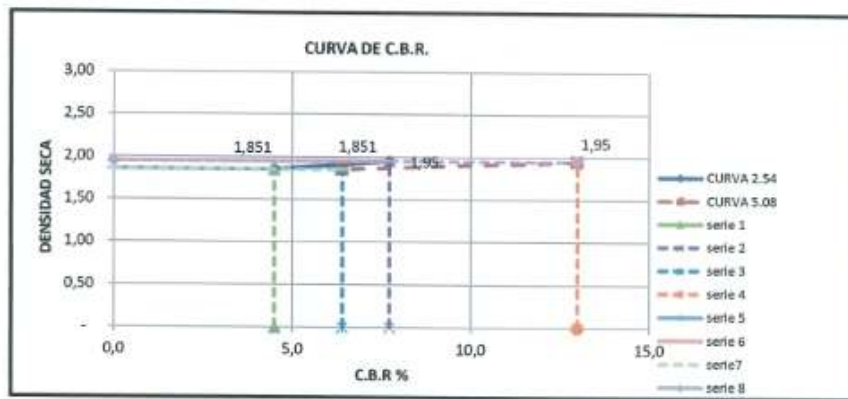


Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/OSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 776-2020-AS  
 PETICIONARIO : BACH. ALEXANDER GONZALO QUISPE RIVEROS  
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS  
 UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TUPAC AMARU II – SECTOR DE TORRE TORRE – HUANCAYO - JUNÍN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 19 DE AGOSTO DEL 2020

CALICATA : C1, COORDENADAS UTMWGS84 E:479957.0 M N:8666809.0 M , ASOCIACIÓN TUPAC AMARU II – SECTOR DE TORRE TORRE – HUANCAYO – JUNÍN



INGENIERO ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS  
 Mg. Ing. Isabel Yessica Andía Arias  
 INGENIERO CIVIL  
 DNP 48975

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo – Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 – 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN ABRIGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSTITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**INFORME**

EXPEDIENTE N° : 776-2020-AS  
 PETICIONARIO : BACH. ALEXANDER GONZALO QUISPE RIVEROS  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS  
 UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TUPAC AMARU II – SECTOR DE TORRE TORRE – HUANCAYO - JUNÍN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 19 DE AGOSTO DEL 2020

**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR  
 MTC E 152**

**DATOS DE LA MUESTRA**

Pág. 01 de 02

CAUCATA : CL, COORDENADAS UTMWGS84 E:479957.0 M N:8666809.0 M, ASOCIACIÓN TUPAC AMARU II – SECTOR DE TORRE TORRE – HUANCAYO - JUNÍN

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

|                             |                         |
|-----------------------------|-------------------------|
| Maxima Densidad Seca        | 1,948 g/cm <sup>3</sup> |
| Optimo Contenido de Humedad | 11,00 %                 |

**ENSAYO DE CBR**

| Especimen | Numero de Golpes | CBR % | Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> ) | Penetración (pulg.) | % M.D.S. | CBR % - (2.54 mm - 0.1") | CBR % - (5.08 mm - 0.2") |
|-----------|------------------|-------|------------------------------------|---------------------|----------|--------------------------|--------------------------|
| 3         | 55,00            | 7,7   | 1,952                              | 0,10                | 100,00   | 7,7                      | 13,0                     |
| 2         | 25,00            | 5,4   | 1,878                              | 0,10                | 95,00    | 4,5                      | 6,4                      |
| 1         | 12,00            | 2,5   | 1,796                              |                     |          |                          |                          |

|   | ESPECIMEN N° 3 | ESPECIMEN N° 2 | ESPECIMEN N° 1 |
|---|----------------|----------------|----------------|
| Energía de compactación (Lg <sup>3</sup> cm/cm <sup>3</sup> ) | 27,7           | 12,2           | 6,1            |
| Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )                            | 1,95           | 1,88           | 1,80           |
| Masa de sobrecarga (kg)                                       | 4,53           | 4,53           | 4,53           |
| Embebido en agua (días)                                       | 4              | 4              | 4              |

**EXPANSION**

| HORAS    | 55 GOLPES     |             | 25 GOLPES     |             | 12 GOLPES     |             |
|----------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
|          | Lectura (mm.) | Expansión % | Lectura (mm.) | Expansión % | Lectura (mm.) | Expansión % |
| 00:00:00 | 0,000         | 0,000       | 0,000         | 0,000       | 0,000         | 0,000       |
| 96:00:00 | 2,368         | 1,865       | 3,862         | 3,041       | 5,812         | 4,576       |

OBSERVACION : Muestra extraída en campo, por el Peticionario.

HC-AS-008 VERSIÓN 01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

**INSTITUTO PERUANO DE INGENIEROS S.A.C.**  
**AREA DE CALIDAD**  
 Mg. Ing. Javier Yessica Andía Ariza  
 INGENIERA CALIDAD  
 CIP 8873

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875880 - 964483588 - 964866015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

- SERVICIOS DE:**
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
  - ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
  - ENSAYOS EN ROCAS
  - ENSAYOS DINÁMICOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS SPT, DPL, CPTIS



- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con Certificado Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI

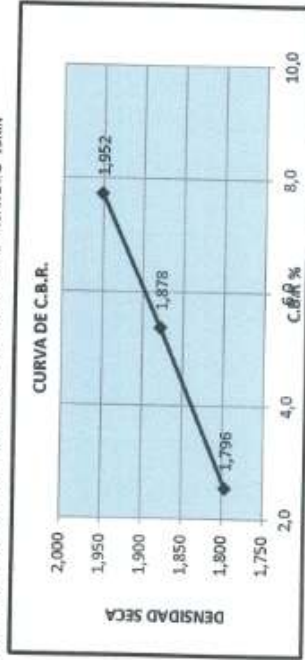
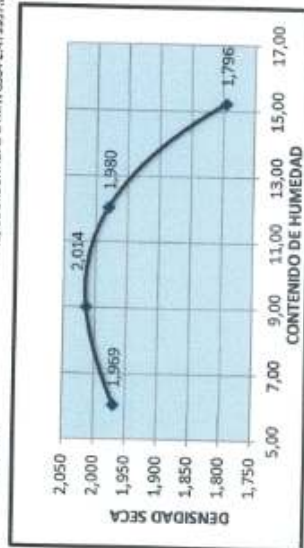
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 1796-2020-45  
 PETICIONARIO : BACH. ALEXANDER GONZALO QUISEP RIVEROS  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE CEMENTA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBIRRIASANTES PLÁSTICAS  
 UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TUPAC AMARU II – SECTOR DE TORRE TORRE – HUANCAYO - JUNÍN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 19 DE AGOSTO DEL 2020

**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR MTC E 132**

**DATOS DE LA MUESTRA**  
 CALICANTA

: CL, COORDENADAS UTM WGS84 E: 79957,0 M N: 8666809,0 M, ASOCIACIÓN TUPAC AMARU II – SECTOR DE TORRE TORRE – HUANCAYO - JUNÍN



**OBSERVACIÓN:** Muestra extraídas en campo, por el Peticionario.  
 HC-03-038 VIGENCIA DEL REV. 00 FECHA: 2020/08/13

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

MIPROFESOR EN SUELOS Y MECÁNICA DE SUELOS  
 NATALIA D. CASTILLO  
 M. Ing. Nat. NATALIA D. CASTILLO  
 INGENIERA CIVIL  
 2019-2019

Email: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com) Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauro Ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla Nº 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Tel: 064 - 253727 Cel: 992875980 - 964483588 - 964466015  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**CENTAURO INGENIEROS**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN (INACAL-DA CON REGISTRO Nº LE-141)



Instituto LE-141  
**Informe de ensayo con valor oficial**  
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**LABORATORIO DE SUELOS**

**INFORME**

- 1. EXPEDIENTE Nº : 1176-2020-AS
- 2. PETICIONARIO : BACH. ALEXANDER GONZALO QUISPE RIVEROS
- 3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
- 4. PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS
- 5. UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN
- 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020
- 7. FECHA DE EMISIÓN : 12 DE SEPTIEMBRE DEL 2020

| ENSAYO:              | MÉTODO:   |
|----------------------|---|
| Contenido de Humedad | RTF 319.127.1996 (REVISADA EL 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. |

PÁGINA 1 DE 1

| CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO | SONDEO   | MUESTRA/ PROF.       | UBICACIÓN  | PROFUNDIDAD DE LA CALICATA (m) | TIPO DE MUESTRA                      | CONDICIÓN DE MUESTRA | MÉTODO | % DE HUMEDAD | MÉTODO DESECADO |
|-------------------------|----------|----------------------|--|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------|--------|--------------|-----------------|
| P-055-2020              | CALICATA | C1 (0,60 M - 1,50 M) | C1<br>COORDENADA<br>S UTMWGS84<br>E:479957,0 M<br>N:8666809,0<br>M | 1,5                            | SUELO CON APLICACIÓN DE 1% DE CENIZA | MUESTRA ALTERADA     | ±1%    | 5            | 110 °C ± 5      |

- \*LOS RESULTADOS SE REPORTAN AL ± 1%.
- \*LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON LA MASA MÍNIMA RECOMENDADA.
- \*LA MUESTRA ENSAYADA CONTIENE MAS DE UN MATERIAL.
- \*EN LA MUESTRA ENSAYADA NO SE EXCLUYO NINGÚN MATERIAL.

**NOTA:**  
Fecha de ensayo : 2020-08-31  
Temperatura Ambiente : 21 °C  
Humedad relativa : 27 %  
Área donde se realizó los ensayos : Suelos I y Pavimentos

**OBSERVACION :** Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.

\* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra, profundidad.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y

HC-AS-001 VERSIÓN: 01 REV.01 FECHA: 2020/02/28

Fin de página

**INACAL**  
DA - Perú  
Laboratorio de Ensayo  
Acreditado

**CENTAURO INGENIEROS**  
Mg. Ing. Janet Yessica Pineda-Ariza  
CIP 18714

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla Nº 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 094 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**CENTAURO INGENIEROS**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Registro LE-141

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**Informe de ensayo con valor oficial**

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS  
INFORME

- 1. EXPEDIENTE N° : 1181-2020-AS
- 2. PETICIONARIO : BACI ALEXANDER GONZALO QUISEP RIVEROS
- 3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
- 4. PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOVINA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS
- 5. UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TUPAC AMARU I - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN
- 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020
- 7. FECHA DE EMISIÓN : 12 DE SEPTIEMBRE DEL 2020

Código orden de Trabajo : P-055-2020  
Tipo de material : Suelo  
Suelo : CL, con espesor de 1% de ceniza  
Condiciones de muestra: Muestra Alterada  
Profundidad de cota (m) : 1.50  
Ubicación : Coordenadas UTM: 18QSB4 E479957.0 M 8466609.0

**MÉTODOS:**  
Análisis Gravimétrico por tamizado: N°P 100.128.1999 (revisado el 2015) S.N.05. Método de ensayo para el análisis gravimétrico.  
Límites de Consistencia: N°P 100.125.0200 (revisado el 2015) S.N.05. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.  
Clasificación S.U.C.: N°P 100.134.1309 (revisado el 2015) Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (técnica unificada de clasificación de suelos, S.U.C.)  
Clasificación AASHTO: N°P 100.435.1808 (revisado el 2015) Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICA POR TAMIZADO**

| TAMIZ  | ABERTURA (mm) | % QUE PASA |
|--------|---------------|------------|
| 3"     | 75.000        | 100.00     |
| 2"     | 50.000        | 100.00     |
| 1 1/2" | 37.500        | 100.00     |
| 1"     | 25.000        | 100.00     |
| 3/4"   | 19.000        | 97.38      |
| 3/8"   | 9.500         | 95.43      |
| Nº4    | 4.750         | 91.54      |
| Nº10   | 2.000         | 86.78      |
| Nº20   | 0.850         | 83.18      |
| Nº40   | 0.425         | 80.14      |
| Nº60   | 0.250         | 77.30      |
| Nº75   | 0.200         | 74.45      |
| Nº100  | 0.150         | 68.40      |



**CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA**

| TIPO | ARENA   | GRAVA |
|------|---------|-------|
|      | 25.12%  | 8.42% |
|      | 100.00% |       |

| MÉTODO DE ENSAYO            | MULTIPUNTO |
|-----------------------------|------------|
| PREPARACIÓN DE LA MUESTRA   | SECA       |
| % RETENIDO EN EL TAMIZ Nº40 | 19.64      |

| LÍMITES DE CONSISTENCIA |    |
|-------------------------|----|
| % LÍMITE LÍQUIDO        | 34 |
| % LÍMITE PLÁSTICO       | 19 |
| % ÍNDICE PLÁSTICO       | 15 |

\* NO SE REMOVIÓ LÍMITES DE ARENA  
\* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN

| CLASIFICACIÓN (S.U.C.) |                                     | CLASIFICACIÓN AASHTO                                      |                      |
|------------------------|-------------------------------------|---|----------------------|
| CL                     | ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD | CLASIFICACIÓN DE GRUPO                                    | A-6(8)               |
|                        |                                     | TIPOS USUALES DE MATERIALES CONSTITUYENTES SIGNIFICATIVOS | SUELOS ARCILLOSOS    |
|                        |                                     | CLASIFICACIÓN GENERAL COMO SUBRASANTE                     | REGULAR A DEFICIENTE |

**Nota:**  
Fecha de ensayo : 2020-09-07  
Temperatura Ambiente : 12 °C  
Humedad relativa : 35 %  
Una vez se realizó los ensayos : Suelo y Proveedor - Suelo y Control  
**Observación:** Muestra e identificación realizada por el Peticionario.

\*Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: Peticionario, Atención, Nombre del proyecto, Ubicación.  
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.  
LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
HC-05-103 REV.05 FECHA: 2019/02/11

MITTELSTADT CONSULTING INGENIEROS S.A.  
AREA DE CALIFICACION  
Mg. Ing. Janet Jessica Andía Arias  
RESPONSABLE C.A.  
(D.N. 8477)

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla Nº 3850 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875880 - 964483588 - 964960015  
Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**CENTAURO INGENIEROS**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO Nº LE-141



Informe de ensayo con valor oficial  
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

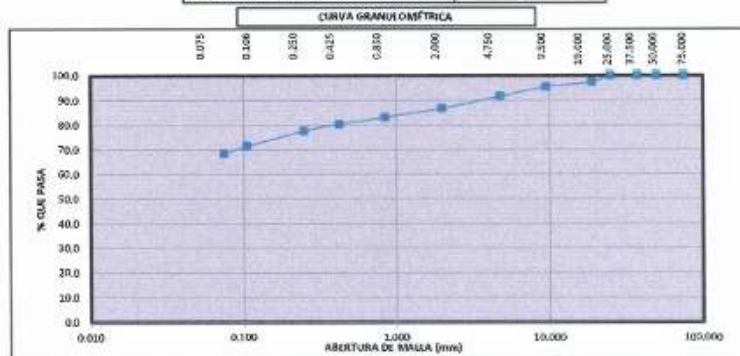
**LABORATORIO DE SUELOS  
INFORME**

- 1. EXPEDIENTE Nº : 1181-2020-AS
- 2. PETICIONARIO : BACH. ALEXANDER CONZALO QUSPE RIVEROS
- 3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
- 4. PROYECTO : APLICACIÓN DE CEMENTA DE BORSIA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASAMIENTOS PLÁSTICOS
- 5. UBICACIÓN : ASOCIACIÓN LUPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE LINDA - HUANCAYO - JUNÍN
- 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020
- 7. FECHA DE EMISIÓN : 12 DE SEPTIEMBRE DEL 2020

|                                      |   |   |                                    |
|--------------------------------------|---|---|------------------------------------|
| Código orden de Trabajo : P-055-2020 | Sondeo : 1                                | CL con aplicación de 1% de ceniza                       | Profundidad de calicata (m) : 1,50 |
| Tipo de material : Suelo             | Condiciones de muestra : Muestra Alterada | Ubicación: Coordenadas UTMWGS84 E479957,0 N 8264689,0 M |                                    |

| DEBATES                       | MÉTODO  |
|-------------------------------|---|
| 44166: Gravimetría por tarado | NTP 599.228.1999 [revisado el 2019] SUELOS. Método de ensayo para el análisis gravimétrico.   |
| Límite de consistencia        | NTP 599.228.1999 [revisado el 2019] SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.     |
| Cualificación SU2             | NTP 599.134.1999 [revisado el 2019] Método para la clasificación de suelos con anexos de Ingeniería [Sistema unificado de clasificación de suelos, SU2] |
| Cualificación ANM2            | NTP 599.335.1999 [revisado el 2019] Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.  |

| DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA        |      | P401M19E2      |
|------------------------------------|------|----------------|
| % GRAVA                            | GG % |                |
|                                    | GF % | 5,81           |
|                                    | AG % | 4,80           |
| % ARENA                            | AM % | 6,43           |
|                                    | AF % | 23,99          |
| % FINOS                            |      | 66,46          |
| Tamaño Máximo de la Grava (mm)     |      | 25             |
| Forma del suelo gramo              |      | Su0 Redondeada |
| Porcentaje retenido en la # 20 (g) |      | 0,00           |
| Coefficiente de Curvatura          |      | -              |
| Coefficiente de Uniformidad        |      | -              |



|      |        |       |        |       |       |
|------|--------|-------|--------|-------|-------|
| FINO | 66,46% | ARENA | 23,12% | GRAVA | 8,42% |
|------|--------|-------|--------|-------|-------|

NOTA:  
Fecha de ensayo : 2020-08-07  
OBSERVACION: Muestra o identificación realizada por el Peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA DE SU TOTAL DADO

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS DEBATES REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-009 - REV.05 - REG. Nº: 100502011

INGENIERO SISTEMAS DE CALIDAD  
ÁREA DE CALIDAD  
Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arias  
CIP 88718

Fin de página.

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro Ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla Nº 3850 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964986015  
Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPM
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIONES DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 1197-2020-AS  
 PETICIONARIO : BACH. ALEXANDER GONZALO QUISPE RIVEROS  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS  
 UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 14 DE SETIEMBRE DEL 2020

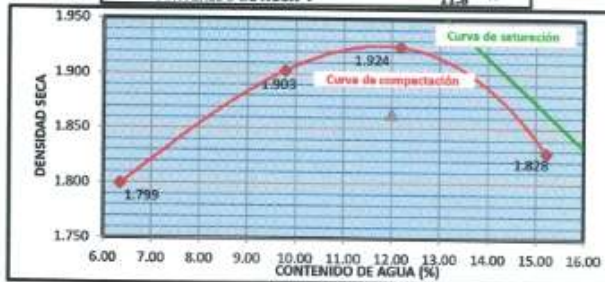
**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : CL, CON APLICACIÓN DE CENIZA DE 1%, COORDENADAS UTMWGS84 E:479957.0 M N:8666809.0 M,  
 ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN

| ENSAYO PROCTOR METODO A - MTC E 115                           |         |                                 |                        |                      |         |                                       |         |        |  |
|---|---------|---------------------------------|------------------------|----------------------|---------|---------------------------------------|---------|--------|--|
| Nro de capas:   | 5.00    | Altura de caída del pisón (cm): | 45.72                  | Peso del pisón (Kg): | 4.54    | Volumen del molde (cm <sup>3</sup> ): | 944     |        |  |
| Energía de Compactación modificada (kg-cm/cm <sup>3</sup> ):  | 27.5    |                                 | Número de golpes/capa: | 25.00                |         | Gravedad Especifica S/tamaño:         | 2.67    |        |  |
| Masa del suelo húmedo + molde (g)                             | 3503.50 |                                 | 3669.00                |                      | 3735.00 |                                       | 3685.50 |        |  |
| Masa del molde (g)  | 1697.00 |                                 | 1697.00                |                      | 1697.00 |                                       | 1697.00 |        |  |
| Peso suelo húmedo compactado (g)                              | 1807    |                                 | 1972                   |                      | 2038    |                                       | 1989    |        |  |
| Peso volumétrico húmedo (g/cm <sup>3</sup> )                  | 1.914   |                                 | 2.089                  |                      | 2.159   |                                       | 2.106   |        |  |
| Recipiente N°   | T20-1   | J-10                            | G-3                    | G-4                  | J-3     | J-10                                  | T20-1   | J-10   |  |
| Masa del suelo húmedo + tara (g)                              | 564.10  | 609.80                          | 660.60                 | 577.70               | 202.40  | 632.70                                | 547.00  | 612.10 |  |
| Masa del suelo seco + tara (g)                                | 534.10  | 577.80                          | 607.70                 | 530.60               | 637.80  | 571.90                                | 499.80  | 550.50 |  |
| Masa del Recipiente (g)                                       | 57.20   | 79.90                           | 56.90                  | 58.20                | 72.90   | 67.40                                 | 114.00  | 112.90 |  |
| Masa del agua (g)   | 30.00   | 32.00                           | 52.90                  | 47.10                | 69.60   | 60.80                                 | 57.20   | 69.60  |  |
| Masa del suelo seco (g)                                       | 476.90  | 497.90                          | 550.80                 | 473.40               | 564.90  | 504.50                                | 375.80  | 432.60 |  |
| Contenido de agua (%)   | 6.29    | 6.43                            | 9.60                   | 9.97                 | 12.32   | 12.05                                 | 15.22   | 15.22  |  |
| Promedio de contenido de agua (%)                             | 6.36    |                                 | 9.78                   |                      | 12.19   |                                       | 15.22   |        |  |
| Densidad húmeda del espécimen compactado (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.799   |                                 | 1.803                  |                      | 1.924   |                                       | 1.828   |        |  |
| Humedad Saturación (%)  | 4.00    |                                 | 9.00                   |                      | 12.00   |                                       | 19.00   |        |  |
| Peso Volumétrico Saturación                                   | 2.413   |                                 | 2.128                  |                      | 1.864   |                                       | 1.790   |        |  |

DENSIDAD SECA MÁXIMA CORREGIDA : 1.925 g/cm<sup>3</sup>  
 CONTENIDO DE AGUA : 11.8 %

| PREPARACIÓN DE LA MUESTRA |                    |          |
|---------------------------|--------------------|----------|
| TAMIZ                     | PARCIAL RETENIDO % | PASA (%) |
| 3"                        | 0.00               | 100.00   |
| 2"                        | 0.00               | 100.00   |
| 3/4"                      | 0.00               | 100.00   |
| 3/8"                      | 0.00               | 100.00   |
| N°4                       | 0.00               | 100.00   |
| <N°4                      | 100.00             | 0.00     |



OBSERVACION : Muestra remitida por el Peticionario.

\* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra.

HC-AS-007 VER.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

*[Signature]*  
 Mg. Ing. JAMES VÁSQUEZ AYLLÓN  
 INGENIERO CIVIL  
 CP 8978

Email: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com) Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauroringenieros](https://www.facebook.com/centauroringenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875880 - 964483588 - 964066015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPM
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 1198-2020-AS  
 PETICIONARIO : BACH. ALEXANDER GONZALO QUISPE RIVEROS  
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS  
 UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 14 DE SETIEMBRE DEL 2020

**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : CI, CON APLICACIÓN DE CENIZA DE 1%, COORDENADAS UTMWGS84 E:479957.0 M N:8666809.0 M, ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN

**CBR - MTC E 132**

| ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO |             |          |             |          |             |          |  |
|--------------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|--|
| Contenido de agua                    | %           | 6,359    | 9,787       | 12,186   | 15,220      |          |  |
| Peso volumétrico seco                | g/cm3       | 1,799    | 1,903       | 1,924    | 1,828       |          |  |
| ETAPA DE COMPACTACIÓN                |             |          |             |          |             |          |  |
| IDENTIFICACIÓN DEL MOLDE             | MOLDE I     |          | MOLDE II    |          | MOLDE III   |          |  |
| NÚMERO DE CAPAS                      | 5,00        |          | 5,00        |          | 5,00        |          |  |
| GOLPES POR CAPA                      | 12,00       |          | 26,00       |          | 55,00       |          |  |
| MUESTRA                              |             |          |             |          |             |          |  |
|                                      | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |  |
| Masa del molde + suelo húmedo        | 851,2       | 887,4    | 904,9       | 916,5    | 960,1       | 973,6    |  |
| Masa del molde                       | 453,5       | 453,5    | 450,0       | 458,0    | 460,5       | 460,5    |  |
| Masa del suelo húmedo                | 407,7       | 433,9    | 454,9       | 458,5    | 499,6       | 513,1    |  |
| Volumen del molde                    | 231,6       | 231,6    | 231,6       | 231,6    | 231,6       | 231,6    |  |
| Densidad húmeda                      | 1,760       | 1,873    | 1,929       | 1,979    | 2,157       | 2,216    |  |
| % de humedad                         | 11,80       | 11,80    | 11,80       | 11,80    | 11,80       | 11,80    |  |
| Densidad seca                        | 1,574       | 1,675    | 1,720       | 1,770    | 1,930       | 1,985    |  |
| Tara N°                              | K-25        | L-12X    | L-14        | L-64     | L-51        | K-15     |  |
| Tara + suelo húmedo                  | 782,7       | 1056,1   | 679,6       | 834,0    | 779,9       | 804,5    |  |
| Tara + suelo seco                    | 705,6       | 915,7    | 619,1       | 734,9    | 708,5       | 718,9    |  |
| Masa del agua                        | 77,1        | 140,4    | 60,5        | 99,1     | 71,4        | 85,6     |  |
| Masa de la tara                      | 91,1        | 103,4    | 106,7       | 92,8     | 103,3       | 85,0     |  |
| Masa del suelo seco                  | 618,5       | 812,3    | 512,4       | 642,1    | 605,2       | 633,9    |  |
| % de humedad                         | 11,82       | 17,28    | 11,81       | 15,43    | 11,80       | 13,50    |  |

CBR AL 100% DE LA M.C % 24.17  
 CBR AL 95% DE LA % 19.00  
 MDS GR/CM3 1.93  
 OCH % CH 11.80

OBSERVACION : Muestra remitida por el Peticionario.

\* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra.

HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

INGENIERO GENERAL DE PAVIMENTOS S.A.S.  
 AREA DE CALIFICACION  
 Mg. Ing. Jairo Yacobi Ancha Arias  
 INGENIERO C.A.  
 CP 99715

Email: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com) Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauroringenieros](https://www.facebook.com/centauroringenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964960015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU

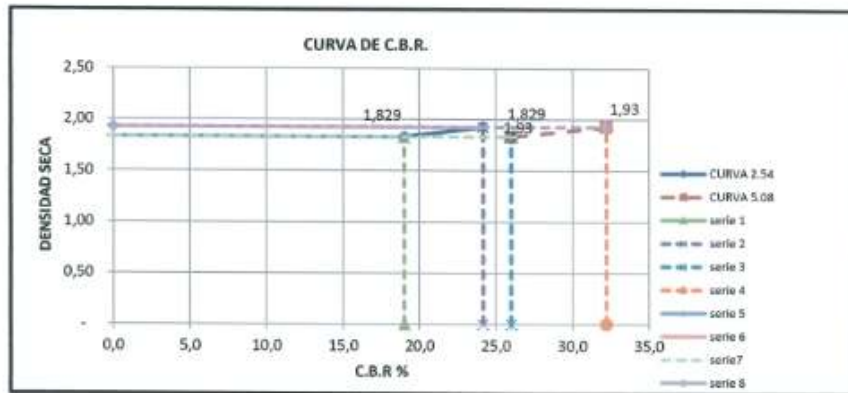


Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 1198-2020-AS  
PETICIONARIO : BACH. ALEXANDER GONZALO QUISPE RIVEROS  
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS  
UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II – SECTOR DE TORRE TORRE – HUANCAYO - JUNÍN  
FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020  
FECHA DE EMISIÓN : 14 DE SETIEMBRE DEL 2020

CALICATA : C1, CON APLICACIÓN DE CENIZA DE 1%, COORDENADAS UTMWGS84 E:479957.0 M N:8666809.0 M  
ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II – SECTOR DE TORRE TORRE – HUANCAYO - JUNÍN



INGENIERO GENERAL DE OBRAS CIVILES  
AREA DE CALIDAD  
Mg. Ing. Janet Yessica Andia Arias  
INGENIERA CIVIL  
CP 96075

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo – Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875800 - 964483588 - 964066015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPM
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**INFORME**

EXPEDIENTE N° : 1196-2020-AS  
 PETICIONARIO : BACH. ALEXANDER GONZALO QUISEP RIVEROS  
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : APLICACION DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACION EN SUBRASANTES PLASTICAS  
 UBICACION : ASOCIACION TUPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNIN  
 FECHA DE RECEPCION : 07 DE AGOSTO DEL 2020  
 FECHA DE EMISION : 14 DE SETIEMBRE DEL 2020

**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR  
 MTC E 132**

Pag. 01 de 02

**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : C1, CON APLICACION DE CENIZA DE 3%, COORDENADAS UTMWGS84 E:479957,0 M N:8966809,0 M, ASOCIACION TUPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNIN

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

|                             |                         |
|-----------------------------|-------------------------|
| Maxima Densidad Seca        | 1,925 g/cm <sup>3</sup> |
| Optimo Contenido de Humedad | 11,80 %                 |

**ENSAYO DE CBR**

| Especimen | Numero de Golpes | CBR % | Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> ) | Penetración (pulg.) | % M.D.S. | CBR % - (2.54 mm - 0.1") | CBR % - (5.08 mm - 0.2") |
|-----------|------------------|-------|------------------------------------|---------------------|----------|--------------------------|--------------------------|
| 3         | 55,00            | 24,2  | 1,930                              | 0,10                | 100,00   | 24,2                     | 32,2                     |
| 2         | 26,00            | 15,2  | 1,725                              | 0,10                | 95,00    | 19,0                     | 26,0                     |
| 1         | 12,00            | 9,3   | 1,574                              |                     |          |                          |                          |

|   | ESPECIMEN N° 3 | ESPECIMEN N°2 | ESPECIMEN N°1 |
|---|----------------|---------------|---------------|
| Energía de compactación (kg* cm/cm <sup>3</sup> ) | 27,7           | 12,2          | 5,1           |
| Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )                | 1,93           | 1,73          | 1,57          |
| Masa de sobrecarga (kg)                           | 4,53           | 4,53          | 4,53          |
| Embebido en agua (dias)                           | 4              | 4             | 4             |

**EXPANSION**

| HORAS    | 55 GOLPES     |             | 26 GOLPES     |             | 12 GOLPES     |             |
|----------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
|          | Lectura (mm.) | Expansión % | Lectura (mm.) | Expansión % | Lectura (mm.) | Expansión % |
| 00:00:00 | 0,000         | 0,000       | 0,000         | 0,000       | 0,000         | 0,000       |
| 96:00:00 | 2,628         | 2,069       | 4,216         | 3,320       | 6,318         | 4,975       |

OBSERVACION : Muestra extraída en campo, por el Peticionario.  
 HC-AS-008 VERSIÓN 01 REV.00 FECHA: 2020/05/13

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

INTERCOMERCIAL GONZALEZ RIVEROS S.A.C.  
 AREA DE CALIDAD  
  
 Mg. Ing. Janet Vasquez Andia Arias  
 INGENIERA CIVIL  
 DSE 1002

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro Ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 084 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964866015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)



**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, OPA, DPH8

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- REFORZACIONES Y EXTRUCCIONES DAMAGNADAS
- CONTROL DE CALIDAD EN BUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRABAJO DE MUESTRAS IN SITU

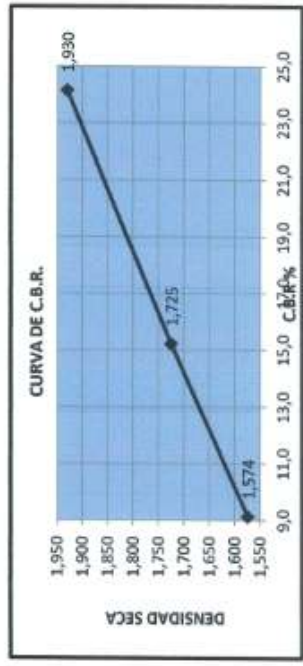
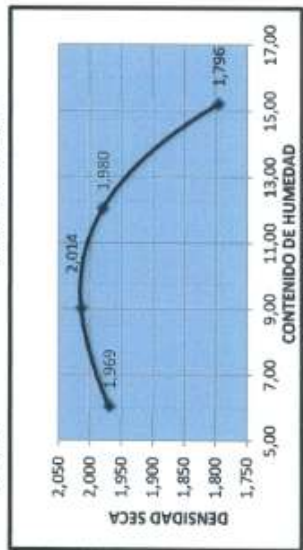
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 1198-2020-AS  
 PETICIONARIO : BACH, ALEXANDER GONZALO QUIJISE RIVEROS  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBSASANTES PLÁSTICAS  
 UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TÓPAC AMARU II – SECTOR DE TORRE TORRE – HUANCAYO - JUNÍN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 14 DE SEPTIEMBRE DEL 2020

ENSAJO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR MTC E 132

**DATOS DE LA MUESTRA**  
 CALICATA : C1, CON APLICACIÓN DE CENIZA DE 1%, COORDENADAS UTMWGS84 E=79957.0 M N=2666809.0 M, ASOCIACIÓN TÓPAC AMARU II – SECTOR DE TORRE TORRE – HUANCAYO - JUNÍN



OBSERVACION: Muestra extraída en campo, por el Peticionario.  
 HC-AS-008 VERSIÓN 01 REV.00 FECHA: 2020/03/13  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
**Mg. Ing. Jairo Córdova**  
 INDECOPI  
 CIP 4075

Email: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com) Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3850 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875960 - 064483588 - 964966015  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Ensayos  
Acreditado

**CENTAURO INGENIEROS**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-143



Instituto N° 141

Informe de ensayo con valor oficial  
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**  
**LABORATORIO DE SUELOS**  
**INFORME**

- 1. EXPEDIENTE N° : 1177-2020-AS
- 2. PETICIONARIO : BACH. ALEXANDER GONZALO QUISPE RIVEROS
- 3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
- 4. PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS
- 5. UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN
- 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020
- 7. FECHA DE EMISIÓN : 12 DE SETIEMBRE DEL 2020

| ENSAYO:              | MÉTODO:   |
|----------------------|---|
| Contenido de Humedad | NTP 339.127 1998 (REVISADA EL 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. |

PÁGINA 1 DE 1

| CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO | SONDEO   | MUESTRA / PROF.      | UBICACIÓN  | PROFUNDIDAD DE LA CALICATA (m) | TIPO DE MUESTRA                      | CONDICIÓN DE MUESTRA | MÉTODO | % DE HUMEDAD | MÉTODO DESECADO |
|-------------------------|----------|----------------------|--|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------|--------|--------------|-----------------|
| P-055-2020              | CALICATA | Cl (0,60 M - 1,50 M) | CL<br>COORDENADA<br>S-UTM/WGS84<br>E:479957,0 M<br>N:9666809,0 M | 1,5                            | SUELO CON APLICACIÓN DE 3% DE CENIZA | MUESTRA ALTERADA     | ± 1%   | 3            | 110 °C ± 5      |

\*LOS RESULTADOS SE REPORTAN AL ± 1%.  
\*LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON LA MASA MÍNIMA RECOMENDADA.  
\*LA MUESTRA ENSAYADA CONTIENE MAS DE UN MATERIAL.  
\*EN LA MUESTRA ENSAYADA NO SE EXCLUYO NINGÚN MATERIAL.

**NOTA:**  
Fecha de ensayo : 2020-08-31  
Temperatura Ambiente : 21 °C  
Humedad relativa : 27 %  
Área donde se realizó los ensayos : Suelos I y Pavimentos

**OBSERVACION :** Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.  
\* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra, profundidad.  
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.  
LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y  
HC-AS-001 VERSIÓN: 01 REV.01 FECHA: 2020/02/28 Fin de página

INSTRUMENTOS CONTROLADOS  
Mg. Ing. Jhon Yajaira Araya Araya  
MONTAÑA  
0249775

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro Ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964968015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**CENTAURO INGENIEROS**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO Nº LE-141



Norma INE-141

**Informe de ensayo con valor oficial**

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**LABORATORIO DE SUELOS**

**INFORME**

- 1. EXPEDIENTE Nº : 1179-2020-AS
- 2. PETICIONARIO : BACH. ALEXANDER GONZALO QUESPE RIVTOS
- 3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
- 4. PROYECTO : APLICACIÓN DE CEMENTA DE BORRAGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS
- 5. UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TUPAC AMARU II – SECTOR DE TORRE TORRE – HUANCAYO – JUNÍN
- 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020
- 7. FECHA DE EMISIÓN : 12 DE SEPTIEMBRE DEL 2020

Código orden de Trabajo : P-055-2020      Sonda : C1, con aplicación de 3% de ceniza      Profundidad de sonda (m) : 1.150  
 Tipo de material : Suelo      Condiciones de muestra: Muestra Alterada      Ubicación : Coordenadas UTMWGS84 E479957.0 M 108664809.0

**USADO:** Análisis granulométrico por tamizado      **MÉTODOS:** N°P 33.1.29 1899 (revisado el 2008) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 N°P 33.1.29 1209 (revisado el 2008) SUELOS. Método de ensayo para Arcillas y limos. Límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.  
 N°P 33.1.34 1250 (revisado el 2008) Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SU03)  
 N°P 33.1.32 1189 (revisado el 2008) Método para la clasificación de suelos, según sus vías de transporte.

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

| TAMIZ | ABERTURA (mm) | % QUE PASA |
|-------|---------------|------------|
| 2"    | 75.000        | 100.00     |
| 4"    | 50.000        | 100.00     |
| 10/4" | 37.500        | 100.00     |
| 1"    | 25.000        | 100.00     |
| 3/8"  | 19.000        | 91.44      |
| 5/8"  | 9.500         | 85.53      |
| Nº4   | 4.750         | 81.75      |
| Nº10  | 2.000         | 87.06      |
| Nº20  | 0.850         | 83.53      |
| Nº40  | 0.425         | 80.78      |
| Nº60  | 0.250         | 77.77      |
| Nº140 | 0.106         | 70.88      |
| Nº200 | 0.075         | 67.58      |



**CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA**

| FINO   | ARENA  | GRAVA |
|--------|--------|-------|
| 0.750% | 24.16% | 8.25% |

20000214

| MÉTODO DE ENSAYO            | MUESTRA |
|-----------------------------|---------|
| PREPARACIÓN DE LA MUESTRA   | SECA    |
| % RETENIDO EN EL TAMIZ Nº40 | 19.24   |

| LÍMITES DE CONSISTENCIA |    |
|-------------------------|----|
| % LÍMITE LÍQUIDO        | 36 |
| % LÍMITE PLÁSTICO       | 28 |
| % ÍNDEXE PLÁSTICO       | 15 |

\* NO SE HAN ENCONTRADO CENizas DE ARENA  
 \* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN

| CLASIFICACIÓN (S.U.C.S.) |                                     | CLASIFICACIÓN AASHTO                                      |                      |
|--------------------------|-------------------------------------|---|----------------------|
| G                        | ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD | CLASIFICACIÓN DE GRUPO                                    | A-6(9)               |
|                          |                                     | TIPOS USUALES DE MATERIALES CONSTITUYENTES SIGNIFICATIVOS | SUELOS ARCILLOSOS    |
|                          |                                     | CLASIFICACIÓN GENERAL COMO SUBRASANTE                     | REGULAR A DEFICIENTE |

**Nota:**  
 Fecha de ensayo : 2020-09-07  
 Temperatura Ambiente : 22.0°  
 Humedad relativa : 2.6 %  
 Área donde se realizó el ensayo : Suelo y Pavimento - Sector II y Consejo

**OBSERVACION:** Muestras e identificación realizadas por el Peticionario.  
 \* Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: Peticionario, Atención, Nombre del proyecto, Ubicación.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.  
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CUENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
 HC-AS-035 REV.05 FECHA: 2020/02/11

**INGENIEROS GENERALES CIVILES PERUANOS S.A.C.**  
 M.P. A. C. C. M. J. P. J. O.  
 Mg. Ing. Janet Velásquez Arias  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP 5873

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla Nº 3950 - El Tambo - Huancaayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**CENTAURO INGENIEROS**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA CON REGISTRO N° LE-141



Modelo N° 01-141

**Informe de ensayo con valor oficial**  
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

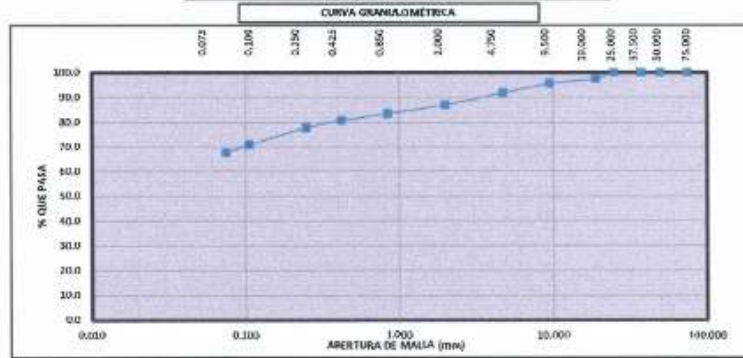
**LABORATORIO DE SUELOS  
INFORME**

- 1. EXPEDIENTE N° : 1179-2020-AS
- 2. PETICIONARIO : BACH. ALEXANDER GONZALO QUESPE RIVEROS
- 3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
- 4. PROYECTO : APLICACIÓN DE GEMZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS
- 5. UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TUPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO JUNÍN
- 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020
- 7. FECHA DE EMISIÓN : 22 DE SEPTIEMBRE DEL 2020

|                                      |   |   |
|--------------------------------------|---|---|
| Código orden de Trabajo : P-055-2020 | Servicio : CL con aplicación de 9% de arena | Profundidad de calicata (m) : 1,50                        |
| Tipo de material : Suelo             | Condiciones de muestra: Muestra Alterada    | Ubicación : Coordenadas UTMWGS84 EA72957.0 M N 800020.2 M |

| ESTÁNDAR                          | MÉTODO   |
|-----------------------------------|--|
| Norma de autorización por muestra | NTP 389.1281999 (revisado el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico  |
| Unidad de Construcción            | NTP 319.129.1999 (revisado el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.          |
| Clasificación SUCA                | NTP 319.1341999 (revisado el 2019) Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería. (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS) |
| Clasificación AASHTO              | NTP 319.1331999 (revisado el 2019) Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.  |

| DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA           |     |                |
|---------------------------------------|-----|----------------|
| GRAVA                                 | GG% | 3,56           |
|                                       | GF% | 5,60           |
|                                       | AG% | 4,70           |
| ARENA                                 | AM% | 6,29           |
|                                       | AF% | 33,17          |
| SÍMULOS                               |     | 67,59          |
| Tamaño Máximo de la Grava (mm)        |     | 75             |
| Forma del suelo grueso                |     | Sub Redondeada |
| Porcentaje retenido en la 3 pulg (30) |     | 0,00           |
| Coeficiente de Cuasividez             |     | -              |
| Coeficiente de Uniformidad            |     | -              |



|      |        |       |        |       |       |
|------|--------|-------|--------|-------|-------|
| FINO | 67,59% | ARENA | 24,26% | GRAVA | 8,25% |
|------|--------|-------|--------|-------|-------|

NOTA:

Fecha de ensayo : 2020/08/07

Observación : Muestra e identificación realizada por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBEA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

DE-AG-023 REV.05 FECH: 2020/02/11

Fin de página.

**GRUPO CENTAURO INGENIEROS S.A.S.**  
AREA DE CALIDAD  
Mg. Ing. Janet Patricia Andía Araya  
INGENIERA EN CALIDAD

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 084 - 253727 Cel. 992875866 - 964483588 - 964986015  
Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

- SERVICIOS DE:**
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
  - ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
  - ENSAYOS EN ROCAS
  - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
  - ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
  - PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
  - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
  - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
  - EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 1199-2020-AS  
 PETICIONARIO : BACH. ALEXANDER GONZALO QUISPE RIVEROS  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS  
 UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 14 DE SEPTIEMBRE DEL 2020

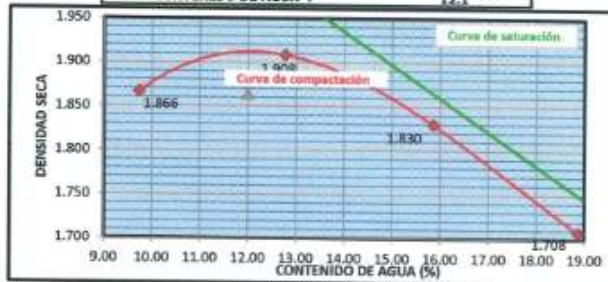
**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : CI, CON APLICACIÓN DE CENIZA DE 3%, COORDENADAS UTMWGS84 E:479957.0 M N:8656809.0 M, ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN

| ENSAYO PROCTOR METODO A - MTC E 115                           |         |                                 |         |                               |         |                                       |         |        |        |
|---|---------|---------------------------------|---------|-------------------------------|---------|---------------------------------------|---------|--------|--------|
| Nro de capas:   | 5.00    | Altura de caída del piñón (cm): | 45.72   | Peso del piñón (Kg):          | 4.54    | Volumen del molde (cm <sup>3</sup> ): | 944     |        |        |
| Energía de Compactación modificada (kg-cm/cm <sup>3</sup> ):  | 27.5    | Número de golpes/capas:         | 25.00   | Gravedad Específica S/tamaño: | 2.67    |                                       |         |        |        |
| Masa del suelo húmedo + molde (g)                             | 3630.50 |                                 | 3728.50 |                               | 3698.00 |                                       | 3613.50 |        |        |
| Masa del molde (g)  | 1697.00 |                                 | 1697.00 |                               | 1697.00 |                                       | 1697.00 |        |        |
| Peso suelo húmedo compactado (g)                              | 1934    |                                 | 2032    |                               | 2001    |                                       | 1917    |        |        |
| Peso volumétrico húmedo (g/cm <sup>3</sup> )                  | 2.048   |                                 | 2.152   |                               | 2.130   |                                       | 2.030   |        |        |
| Recipiente N°   |         | F-3                             | F-10    | F-10                          | G-4     | G-3                                   | T20-01  | F-8    | F-5    |
| Masa del suelo húmedo + tara (g)                              | 640.80  | 597.30                          | 896.80  | 559.00                        | 646.70  | 531.50                                | 585.90  | 581.90 | 500.90 |
| Masa del suelo seco + tara (g)                                | 593.90  | 551.50                          | 807.80  | 502.40                        | 565.90  | 483.90                                | 503.70  | 500.90 |        |
| Masa del Recipiente (g)                                       | 113.90  | 79.50                           | 112.80  | 58.10                         | 56.80   | 37.20                                 | 67.40   | 72.90  | 81.00  |
| Masa del agua (g)   | 46.90   | 45.80                           | 89.00   | 56.60                         | 80.80   | 67.60                                 | 82.20   | 81.00  |        |
| Masa del suelo seco (g)                                       | 480.00  | 471.60                          | 895.00  | 444.30                        | 509.10  | 426.70                                | 436.30  | 428.00 |        |
| Contenido de agua (%)   | 9.77    | 9.71                            | 12.81   | 12.74                         | 15.87   | 15.84                                 | 18.84   | 18.97  |        |
| Promedio de contenido de agua (%)                             |         | 9.74                            |         | 12.77                         |         | 11.86                                 |         | 18.88  |        |
| Densidad húmeda del espécimen compactado (g/cm <sup>3</sup> ) |         | 1.866                           |         | 1.908                         |         | 1.830                                 |         | 1.708  |        |
| Humedad Saturación (%)  |         | 4.00                            |         | 9.00                          |         | 12.00                                 |         | 30.00  |        |
| Peso Volumétrico Saturación                                   |         | 2.413                           |         | 2.128                         |         | 1.864                                 |         | 1.790  |        |

DENSIDAD SECA MÁXIMA CORREGIDA : 1.912 g/cm<sup>3</sup>  
 CONTENIDO DE AGUA : 12.1 %

| PREPARACIÓN DE LA MUESTRA |                    |          |
|---------------------------|--------------------|----------|
| TAMIZ                     | PARCIAL RETENIDO % | PASA (%) |
| 3"                        | 0.00               | 100.00   |
| 2"                        | 0.00               | 100.00   |
| 3/4"                      | 0.00               | 100.00   |
| 3/8"                      | 0.00               | 100.00   |
| N°4                       | 0.00               | 100.00   |
| <N°4                      | 100.00             | 0.00     |



OBSERVACION : Muestra remitida por el Peticionario.

\* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra.

HC-AS-007 VER.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS  
 ÁREA DE CALIDAD  
 Mg. Ing. Jairo Iván Andía Arias  
 INGENIERO CIVIL  
 CP 8975

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 982675860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

- SERVICIOS DE:**
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
  - ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
  - ENSAYOS EN ROCAS
  - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
  - ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
  - PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
  - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
  - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
  - EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 1200-2020-AS  
 PETICIONARIO : BACH. ALEXANDER GONZALO QUISPE RIVEROS  
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS  
 UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 14 DE SEPTIEMBRE DEL 2020

**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : C1, CON APLICACIÓN DE CENIZA DE 3%, COORDENADAS UTMWGS84 E:479957.0 M N:8666809.0  
 M, ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN

**CBR - MTC E 132**

| ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO |       |       |        |        |        |
|--------------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Contenido de agua                    | %     | 9,741 | 12,772 | 15,857 | 18,883 |
| Peso volumetrico seco                | g/cm3 | 1,866 | 1,908  | 1,930  | 1,708  |

| ETAPA DE COMPACTACION    |         |          |           |
|--------------------------|---------|----------|-----------|
| IDENTIFICACION DEL MOLDE | MOLDE I | MOLDE II | MOLDE III |
| NUMERO DE CAPAS          | 5,00    | 5,00     | 5,00      |
| GOLPES POR CAPA          | 12,00   | 26,00    | 55,00     |

| MUESTRA                       | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |
|-------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Masa del molde + suelo humedo | 7591        | 8220     | 9153        | 9258     | 8761        | 8851     |
| Masa del molde                | 3955,5      | 3955,5   | 4717,0      | 4717,0   | 3802,0      | 3802,0   |
| Masa del suelo humedo         | 4035,0      | 4264,5   | 4435,5      | 4541,0   | 4958,9      | 5049,0   |
| Volumen del molde             | 2316,0      | 2316,0   | 2316,0      | 2316,0   | 2316,0      | 2316,0   |
| Densidad humeda               | 1,742       | 1,841    | 1,918       | 1,961    | 2,141       | 2,180    |
| % de humedad                  | 12,10       | 12,10    | 12,10       | 12,10    | 12,10       | 12,10    |
| Densidad seca                 | 1,554       | 1,647    | 1,708       | 1,748    | 1,910       | 1,947    |
| Tara N°                       | 1-8         | 1-25     | 1-10        | 1-43     | 1-22        | 1-22     |
| Tara + suelo humedo           | 731,6       | 670,0    | 630,2       | 661,2    | 637,9       | 589,9    |
| Tara + suelo seco             | 661,2       | 580,9    | 570,5       | 582,5    | 575,1       | 527,8    |
| Masa del agua                 | 70,4        | 89,1     | 89,7        | 78,7     | 62,8        | 62,1     |
| Masa de la tara               | 84,0        | 97,7     | 79,9        | 95,1     | 57,2        | 96,0     |
| Masa del suelo seco           | 577,2       | 483,2    | 490,6       | 487,4    | 517,9       | 429,8    |
| % de humedad                  | 12,20       | 18,44    | 12,17       | 16,15    | 12,13       | 14,45    |

CBR AL 100% DE LA M.C % 42,55  
 CBR AL 95% DE LA % 35,00  
 MDS GR/CM3 1,91  
 OCH % CH 12,10

**OBSERVACION:** Muestra remitida por el Peticionario.

\* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra.

HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

**INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**ARTICULO DE CALIDAD**  
 Mg. Ing. Javier Medina Ariza  
 INGENIERO CIVIL  
 CP 8075

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPM
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



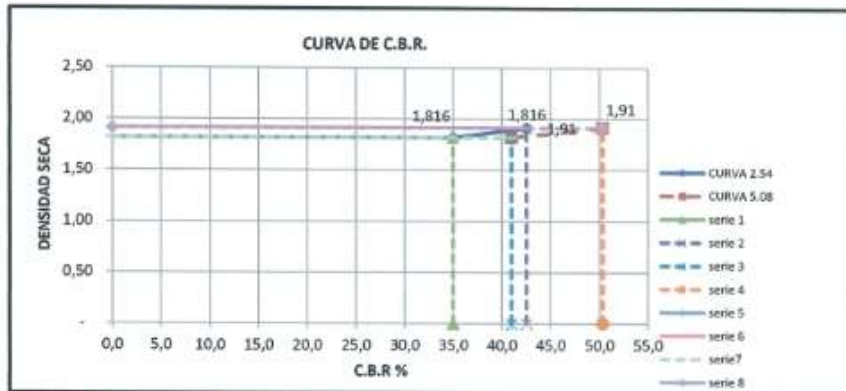
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 1200-2020-AS  
 PETICIONARIO : BACH. ALEXANDER GONZALO QUISPE RIVEROS  
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS  
 UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 14 DE SETIEMBRE DEL 2020

---

CALICATA : C1, CON APLICACIÓN DE CENIZA DE 3%, COORDENADAS UTMWGS84 E:479957.0 M N:8666809.0 M , ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN



INGENIEROS GONZALEZ GONZALEZ INGENIEROS S.A.S.  
 JUNÍN - CALICATA - JUNÍN  
 Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arias  
 INGENIERA CIVIL

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla Nº 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPLS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**INFORME**

EXPEDIENTE N° : 1200-2020-AS  
 PETICIONARIO : BACH. ALEXANDER GONZALO QUISPE RIVEROS  
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS  
 UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TUPAC AMARU II – SECTOR DE TORRE TORRE – HUANCAYO - JUNÍN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 14 DE SETIEMBRE DEL 2020

**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR  
 MTC E 132**

**DATOS DE LA MUESTRA**

CAUCATA : C1, CON APLICACIÓN DE CENIZA DE 3%, COORDENADAS UTMWGS84 E:479957.0 M N:8566809.0 M, ASOCIACIÓN TUPAC AMARU II – SECTOR DE TORRE TORRE – HUANCAYO - JUNÍN

Pag. 01 de 02

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

|                             |                         |
|-----------------------------|-------------------------|
| Máxima Densidad Seca        | 1,912 g/cm <sup>3</sup> |
| Óptimo Contenido de Humedad | 12,50 %                 |

**ENSAYO DE CBR**

| Especimen | Numero de Golpes | CBR % | Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> ) | Penetración (pulg.) | % M.O.S. | CBR % - (2.54 mm - 0.1") | CBR % - (5.08 mm - 0.2") |
|-----------|------------------|-------|------------------------------------|---------------------|----------|--------------------------|--------------------------|
| 3         | 55.00            | 42,5  | 1,910                              | 0,10                | 100,00   | 42,5                     | 50,4                     |
| 2         | 26.00            | 27,7  | 1,708                              | 0,10                | 95,00    | 35,0                     | 41,0                     |
| 1         | 12.00            | 16,6  | 1,554                              |                     |          |                          |                          |

|   | ESPECIMEN N° 3 | ESPECIMEN N° 2 | ESPECIMEN N° 1 |
|---|----------------|----------------|----------------|
| Energía de compactación (kg <sup>m</sup> cm/cm <sup>3</sup> ) | 27,7           | 12,2           | 6,1            |
| Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )                            | 1,91           | 1,71           | 1,55           |
| Masa de sobrecarga (kg)                                       | 4,53           | 4,53           | 4,53           |
| Embebido en agua (días)                                       | 4              | 4              | 4              |

| HORAS    | EXPANSIÓN     |             |               |             |               |             |
|----------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
|          | 55 GOLPES     |             | 26 GOLPES     |             | 12 GOLPES     |             |
|          | Lectura (mm.) | Expansión % | Lectura (mm.) | Expansión % | Lectura (mm.) | Expansión % |
| 00:00:00 | 0,000         | 0,000       | 0,000         | 0,000       | 0,000         | 0,000       |
| 96:00:00 | 2,785         | 2,198       | 4,315         | 3,198       | 6,428         | 5,061       |

OBSERVACION : Muestra extraída en campo, por el Peticionario.  
 HC-AS-C08 VERSIÓN 01 REV.00 FECHA: 2020/04/13

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

REPUBLICA DEL PERU  
 ANEXO 1  
 Mg. Ing. Javier Yacocca Andino Ariza  
 INGENIERO EN CIVIL  
 Nº 6075

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

- SERVICIOS DE:**
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
  - ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
  - ENSAYOS EN ROCAS
  - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS SPT, DPL, DPHB
- SERVICIOS DE:**
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
  - REPARACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
  - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
  - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
  - EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS BISTU
- Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSO-INDECOPI

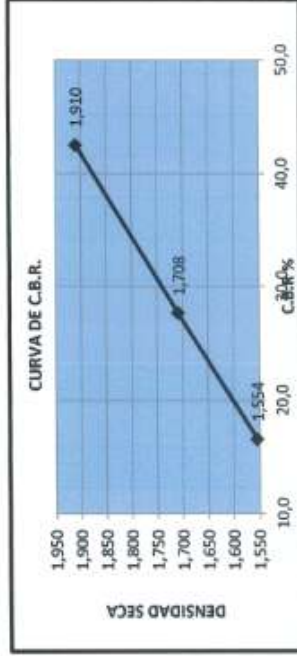
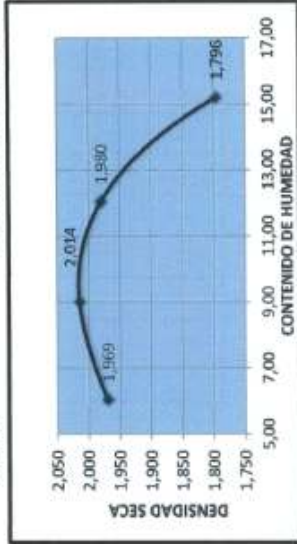
**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 1200-2020-AS  
 PETICIONARIO : BACH, ALEXANDER GONZALO QUIJSE RIVEROS  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS  
 UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TUPAC AMARU II – SECTOR DE TORRE TORRE – HUANCAYO – JUNÍN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 14 DE SEPTIEMBRE DEL 2020

ENSAJO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR MTC E 132

**DATOS DE LA MUESTRA**  
 CALICATA :

: CL, CON APLICACIÓN DE CENIZA DE 3%, COORDENADAS UTMWGS84 E-479957.0 M N E-8666809.0 M, ASOCIACIÓN TUPAC AMARU II – SECTOR DE TORRE TORRE



OBSERVACION: Muestra extraída en campo, por el Peticionario.

HC-AC-008 VERSIÓN 01 REV.00 FECHA: 2020/09/23

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

INGENIEROS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 Ing. Ing. Juan Antonio Anillo Armas  
 Presidente

Email: [grupo centauro ingenieros@gmail.com](mailto:grupo centauro ingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la Tra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 2533727 Cel. 982875860 - 964483388 - 964868015  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupo centauro ingenieros@gmail.com](mailto:grupo centauro ingenieros@gmail.com)

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**CENTAURO INGENIEROS**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-143



Resolución N° LC - 143  
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

## Informe de ensayo con valor oficial

### LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

#### LABORATORIO DE SUELOS

#### INFORME

1. EXPEDIENTE N° : 1178-2020-AS  
2. PETICIONARIO : BACH, ALEXANDER GONZALO QUISPE RIVEROS  
3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
4. PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS  
5. UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN  
6. FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020  
7. FECHA DE EMISIÓN : 12 DE SETIEMBRE DEL 2020

| ENSAYO:              | MÉTODO:   |
|----------------------|---|
| Contenido de Humedad | NTP 339.127.1990 (REVISADA EL 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. |

PÁGINA 1 DE 1

| CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO | SONDEO   | MUESTRA / PROF.      | UBICACIÓN  | PROFUNDIDAD DE LA CALICATA (m) | TIPO DE MUESTRA                      | CONDICIÓN DE MUESTRA | MÉTODO | % DE HUMEDAD | MÉTODO DE SECADO |
|-------------------------|----------|----------------------|--|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------|--------|--------------|------------------|
| P-055-2020              | CALICATA | C1 (0,60 M - 1,50 M) | C1, COORDENADA S UTMWGS84 E:479957.0 M N:8666809.0 M | 1.5                            | SUELO CON APLICACIÓN DE 5% DE CENIZA | MUESTRA ALTERADA     | ± 1%   | 3            | 110 °C ± 5       |

\*LOS RESULTADOS SE REPORTAN AL ± 1% .  
\*LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON LA MASA MÍNIMA RECOMENDADA.  
\*LA MUESTRA ENSAYADA CONTIENE MAS DE UN MATERIAL.  
\*EN LA MUESTRA ENSAYADA NO SE EXCLUYÓ NINGÚN MATERIAL.

**NOTA:**  
Fecha de ensayo : 2020-08-31  
Temperatura Ambiente : 21 °C  
Humedad relativa : 27 %  
Área donde se realizó los ensayos : Suelos I y Pavimentos

**OBSERVACION :** Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.

\* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra, profundidad.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y

HC-AS-001 VERSIÓN: 01 REV.01 FECHA: 2020/02/28

Fin de página

MARCA GENERAL DE ASESORIA INGENIERIA S.A.S.  
ÁREA DE CALIDAD  
  
Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arias  
INGENIERA CIVIL  
CIP 8875

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro Ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**CENTAURO INGENIEROS**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



**Informe de ensayo con valor oficial**

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**LABORATORIO DE SUELOS  
INFORME**

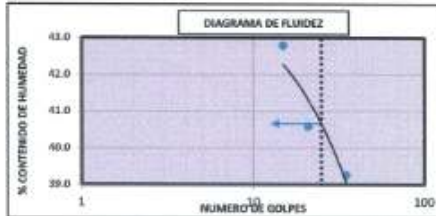
- 1. EXPEDIENTE N° : 1180-2020-AS
- 2. PETICIONARIO : BACH. ALEXANDER GONZALO QUASPE RIVEROS
- 3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
- 4. PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS
- 5. UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN
- 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020
- 7. FECHA DE EMISIÓN : 12 DE SEPTIEMBRE DEL 2020

|                                      |   |   |
|--------------------------------------|---|---|
| Código orden de Trabajo : P-055-2020 | Serie(s) : CL, con aplicación de 5% de ceniza | Profundidad de calicata (m) : 1.50                          |
| Tipo de material : Suelo             | Condiciones de muestra: Muestra Alterada      | Ubicación : Coordenadas UTMWGS84 E:479957.0 M N:8664829.0 M |

|   |   |
|---|---|
| <b>INDICIOS:</b><br>Análisis granulométrico por tamizado<br>Límites de Consistencia<br>Clasificación SUCS<br>Clasificación AASHTO | <b>MÉTODOS:</b><br>N°7 005.129 0809 (revisado el 2018) (SUCS) Método de ensayo para el análisis granulométrico.<br>N°7 005.129 0809 (revisado el 2018) (SUCS) Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.<br>N°7 205.134 0809 (revisado el 2018) Método para la clasificación de suelos con parámetros de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, UICS)<br>N°7 005.135 0809 (revisado el 2018) Método para la clasificación de suelos para uso en obra de transporte. |
|---|---|

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICA POR TAMIZADO**

| TAMIZ  | ABERTURA (mm) | % QUE PASA |
|--------|---------------|------------|
| 3"     | 75.000        | 100.00     |
| 2"     | 50.000        | 100.00     |
| 1 1/2" | 37.500        | 100.00     |
| 1"     | 25.000        | 100.00     |
| 3/4"   | 19.000        | 97.49      |
| 3/8"   | 9.500         | 95.81      |
| N°4    | 4.750         | 91.91      |
| N°10   | 2.000         | 87.30      |
| N°20   | 0.850         | 83.86      |
| N°40   | 0.425         | 81.13      |
| N°60   | 0.250         | 77.80      |
| N°100  | 0.150         | 70.29      |
| N°200  | 0.075         | 66.70      |



|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| <b>MÉTODO DE ENSAYO</b>            | MULTIPUNTO |
| <b>PREPARACIÓN DE LA MUESTRA</b>   | SECA       |
| <b>% RETENIDO EN EL TAMIZ N°40</b> | 18.87      |

|   |    |
|---|----|
| <b>LÍMITES DE CONSISTENCIA</b>                  |    |
| % LÍMITE LÍQUIDO                                | 41 |
| % LÍMITE PLÁSTICO                               | 24 |
| % ÍNDICE PLÁSTICO                               | 17 |
| * NO SE REMOVIERON LENTES DE ARENA              |    |
| * MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN |    |

**CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA**

| FINO    | ARENA  | GRAVA |
|---------|--------|-------|
| 66.70%  | 25.21% | 8.09% |
| 100.00% |        |       |

| CLASIFICACIÓN (S.U.C.S.) |                                     | CLASIFICACIÓN AASHTO                                      |                      |
|--------------------------|-------------------------------------|---|----------------------|
| CL                       | ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD | CLASIFICACIÓN DE GRUPO                                    | A-7-6 (10)           |
|                          |                                     | TIPOS USUALES DE MATERIALES CONSTITUYENTES SIGNIFICATIVOS | SUELOS ARCILLOSOS    |
|                          |                                     | CLASIFICACIÓN GENERAL COMO SUBRASANTE                     | REGULAR A DEFICIENTE |

**Nota:**  
Fecha de ensayo : 2020-09-07  
Temperatura Ambiente : 22 °C  
Humedad relativa : 28 %  
Aparato de ensayo : Zedco y Reimantas - Suelos II y Concrete

**OBSERVACION:** Muestras e identificación realizadas por el Peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-A6-003 REV.05 FECHA: 2020/02/11

**INGENIERO GENERAL DE OBRAS INGENIERO LAI**  
**ALFONSO DA SILVA**  
*[Firma]*  
Mg. Ing. Javier Tzucari Arias  
Ingeniero Civil  
CIP 8875

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 902875860 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**



**CENTAURO INGENIEROS**  
 LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
 PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Informe de ensayo con valor oficial  
 Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

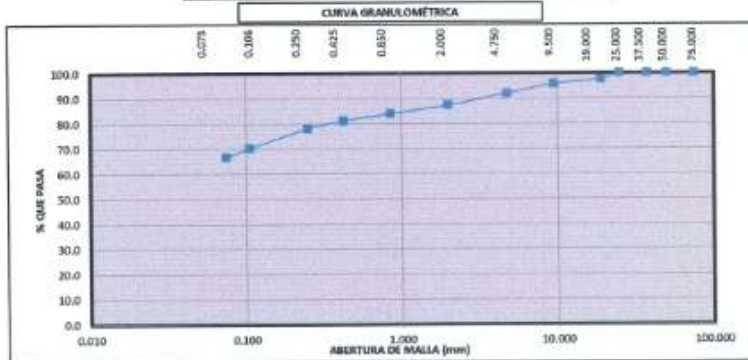
**LABORATORIO DE SUELOS**  
**REPORT**

- 1. EXPEDIENTE N° : 1180-2020-AS
- 2. PETICIONARIO : BACH, ALEXANDER GONZALO OLIVERA RIVEROS
- 3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
- 4. PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS
- 5. UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU B - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN
- 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020
- 7. FECHA DE EMISIÓN : 12 DE SEPTIEMBRE DEL 2020

|                                      |  |                                    |   |
|--------------------------------------|--|------------------------------------|---|
| Código orden de Trabajo : P-055-2020 | Sondeo                                   | Cl, con aplicación de 5% de ceniza | Profundidad de calicata (m) : 1,50                          |
| Tipo de material : Suelo             | Condiciones de muestra: Muestra Alterada |                                    | Ubicación : Coordenadas UTMWGS84 E:479957.0 M N:8666809.0 M |

| ENSAYOS                             | MÉTODO   |
|-------------------------------------|--|
| Análisis Granulométrico por Sifonía | MTF 330.128 1999 (revisada el 2020) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  |
| Clasificación SUCS                  | MTF 330.129 1999 (revisada el 2020) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.          |
| Clasificación AASHTO                | MTF 330.134 1999 (revisada el 2020) Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS) |
|                                     | MTF 330.135 1999 (revisada el 2020) Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.   |

| DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA          |      |                |
|--------------------------------------|------|----------------|
| % GRAVA                              | IG % | 2.51           |
|                                      | GF % | 5.58           |
| % ARENA                              | AG % | 4.61           |
|                                      | AM % | 8.17           |
|                                      | AF % | 14.43          |
| % FINOS                              |      | 66.70          |
| Tamaño Máximo de la Grava (mm)       |      | 25             |
| Forma del suelo grueso               |      | Sub Redondeada |
| Porcentaje retenido en la 2 pulg (%) |      | 0.00           |
| Coeficiente de Curvatura             |      | -              |
| Coeficiente de Uniformidad           |      | -              |



|      |        |       |        |       |       |
|------|--------|-------|--------|-------|-------|
| FINO | 66.70% | ARENA | 25.21% | GRAVA | 8.09% |
|------|--------|-------|--------|-------|-------|

FECHA: 12/09/2020  
 OBSERVACION: Muestra e identificación recibidas por el Peticionario.

**Mg. Ing. Javier Yllescas Andía Arias**  
 INGENIERO CIVIL  
 CP 6076

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CUENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-088 REV.05 FECHA: 2020/02/11

Fin de página.

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPIT, DPL, DPVHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSO-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 1201-2020-AS  
 PETICIONARIO : BACH. ALEXANDER GONZALO QUISPE RIVEROS  
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS  
 UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 14 DE SEPTIEMBRE DEL 2020

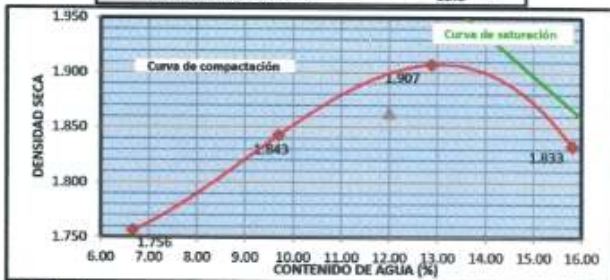
**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : C1, CON APLICACIÓN DE CENIZA DE 5%, COORDENADAS UTMWGS84 E:479957.0 M N:8666809.0 M, ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN

| ENSAYO PROCTOR METODO A - MTC E 115                           |         |  |         |   |        |                                       |         |
|---|---------|--|---------|---|--------|---------------------------------------|---------|
| Nro de capas:   | 5.00    | Altura de caída del péndulo (cm):          | 45.72   | Peso del péndulo (Kg):  | 4.54   | Volumen del molde (cm <sup>3</sup> ): | 944     |
| Energía de Compactación modificada (kg-cm/cm <sup>3</sup> ):  | 27.5    | Número de golpes/capa:                     | 25.00   | Gravedad Específica s/tamaño:                                 | 2.67   |                                       |         |
| Masa del suelo húmedo + molde (g)                             | 3465.00 | Masa del molde (g)                         | 1696.50 | Masa del suelo húmedo compactado (g)                          | 1769   | Masa del molde (g)                    | 1696.50 |
| Masa del suelo seco + tara (g)                                | 852.90  | Masa del recipiente (g)                    | 84.10   | Masa del agua (g)   | 50.70  | Masa del suelo seco (g)               | 248.10  |
| Masa del recipiente (g)                                       | 84.10   | Masa del agua (g)                          | 50.70   | Contenido de agua (%)   | 6.78   |                                       |         |
| Peso volumétrico húmedo (g/cm <sup>3</sup> )                  | 1.873   | Peso volumétrico seco (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.756   | Densidad húmeda del espécimen compactado (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.756  |                                       |         |
| Recipiente N°   | I-8     | K-9  | TM-72   | H-17  | TM-39  | TM-53                                 | L-55    |
| Masa del suelo húmedo + tara (g)                              | 852.90  | 888.70                                     | 885.10  | 560.10  | 771.00 | 668.40                                | 758.30  |
| Masa del suelo seco + tara (g)                                | 832.20  | 651.30                                     | 814.90  | 519.30  | 693.10 | 601.70                                | 669.70  |
| Masa del recipiente (g)                                       | 84.10   | 81.40                                      | 85.20   | 101.70  | 86.80  | 84.90                                 | 101.40  |
| Masa del agua (g)   | 50.70   | 37.40                                      | 70.20   | 40.80   | 77.90  | 66.70                                 | 80.60   |
| Masa del suelo seco (g)                                       | 248.10  | 569.90                                     | 229.70  | 417.60  | 606.30 | 516.80                                | 566.20  |
| Contenido de agua (%)   | 6.78    | 6.56                                       | 9.62    | 9.77  | 12.85  | 12.91                                 | 15.65   |
| Procedencia de contenido de agua (%)                          | 5.87    | 5.78                                       | 9.78    | 9.78  | 12.88  | 12.88                                 | 15.81   |
| Densidad húmeda del espécimen compactado (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.756   | 1.843                                      | 1.843   | 1.907   | 1.907  | 1.907                                 | 1.833   |
| Humedad Saturación (%)  | 4.00    | 8.00                                       | 8.00    | 12.88   | 12.88  | 12.88                                 | 20.00   |
| Peso Volumétrico Saturación                                   | 2.413   | 2.128                                      | 2.128   | 1.864   | 1.864  | 1.864                                 | 1.790   |

DENSIDAD SECA MÁXIMA CORREGIDA : 1.908 g/cm<sup>3</sup>  
 CONTENIDO DE AGUA : 13.1 %

| PREPARACIÓN DE LA MUESTRA |                    |          |
|---------------------------|--------------------|----------|
| TAMIZ                     | PARCIAL RETENIDO % | PASA (%) |
| 3"                        | 0.00               | 100.00   |
| 2"                        | 0.00               | 100.00   |
| 3/4"                      | 0.00               | 100.00   |
| 3/8"                      | 0.00               | 100.00   |
| Nº4                       | 0.00               | 100.00   |
| <Nº4                      | 100.00             | 0.00     |



OBSERVACION : Muestra remitida por el Peticionario.  
 \* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra.  
 HC-AS-007 VER.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

MICROMEDIO SUELOS DE INGENIEROS S.A.C.  
 ÁREA DE CALIDAD  
 Ing. Ines Mercedes Analla Arias  
 INGENIERA EN CIVIL  
 CP 8975

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964866015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGRIGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROGAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 1202-2020-AS  
 PETICIONARIO : BACH. ALEXANDER GONZALO QUIJSE RIVEROS  
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS  
 UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 14 DE SEPTIEMBRE DEL 2020

**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : C1, CON APLICACIÓN DE CENIZA DE 5%, COORDENADAS UTMWGS84 E:479957.0 M N:8666809.0 M, ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN

**CBR - MTC E 132**

**ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO**

| Contenido de agua     | %                 | 6,670 | 9,695 | 12,877 | 15,807 |
|-----------------------|-------------------|-------|-------|--------|--------|
| Peso volumetrico seco | g/cm <sup>3</sup> | 1,756 | 1,843 | 1,907  | 1,833  |

**ETAPA DE COMPACTACION**

| IDENTIFICACION DEL MOLDE | MOLDE I | MOLDE II | MOLDE III |
|--------------------------|---------|----------|-----------|
| NUMERO DE CAPAS          | 5.00    | 5.00     | 5.00      |
| GOLPES POR CAPA          | 12.00   | 26.00    | 55.00     |

| HUESTRAS                      | MOLDE I     |          | MOLDE II    |          | MOLDE III   |          |
|-------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
|                               | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |
| Masa del molde + suelo humedo | 5610        | 8896     | 8347        | 8456     | 8950        | 9006     |
| Masa del molde                | 4423,0      | 4423,0   | 3791,5      | 3791,5   | 3948,0      | 3948,0   |
| Masa del suelo humedo         | 4187,0      | 4473,0   | 4555,0      | 4664,5   | 5002,0      | 5058,0   |
| Volumen del molde             | 2316,0      | 2316,0   | 2316,0      | 2316,0   | 2316,0      | 2316,0   |
| Densidad humeda               | 1,808       | 1,931    | 1,967       | 2,014    | 2,160       | 2,184    |
| % de humedad                  | 13,10       | 13,10    | 13,10       | 13,10    | 13,10       | 13,10    |
| Densidad seca                 | 1,598       | 1,708    | 1,739       | 1,781    | 1,910       | 1,921    |
| Tara N°                       | TM-20       | J-11     | K-5         | L-20     | K-2         | TM-53    |
| Tara + suelo humedo           | 634,0       | 601,0    | 650,0       | 654,3    | 633,1       | 656,8    |
| Tara + suelo seco             | 568,9       | 519,6    | 585,4       | 586,5    | 569,9       | 577,6    |
| Masa del agua                 | 65,1        | 81,4     | 64,6        | 67,8     | 63,2        | 79,2     |
| Masa de la tara               | 84,0        | 113,4    | 92,9        | 96,3     | 87,4        | 85,1     |
| Masa del suelo seco           | 484,9       | 406,2    | 492,5       | 460,2    | 482,5       | 492,5    |
| % de humedad                  | 13,42       | 20,04    | 13,12       | 18,28    | 13,10       | 16,08    |

CBR AL 100% DE LA M.C % 52,41  
 CBR AL 95% DE LA % 41,00  
 MDS GR/CM3 1,91  
 OCH % CH 13,10

**OBSERVACION** | Muestra remitida por el Peticionario.

\* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra.

HC-AS-008 VERSIÓN.01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS  
 Mg. Ing. Janet Torres Andía Arias  
 D.P. 8875

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3850 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964968015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU

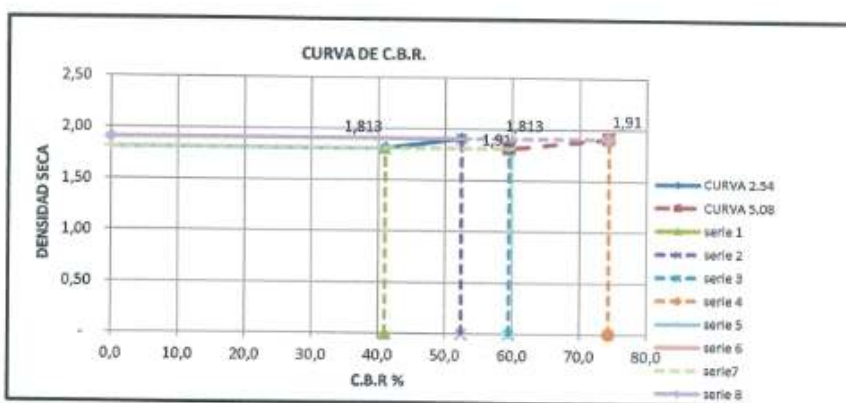


Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 1202-2020-AS  
 PETICIONARIO : BACH. ALEXANDER GONZALO QUISPE RIVEROS  
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS  
 UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 14 DE SETIEMBRE DEL 2020

CALICATA : C1, CON APLICACIÓN DE CENIZA DE 5%, COORDENADAS UTMWGS84 E:479957.0 M N:8666809.0 M  
 , ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II - SECTOR DE TORRE TORRE - HUANCAYO - JUNÍN



INTERCONEXIONES GONZALEZ RIVEROS S.A.C.  
 ANEXO DEL INFORME  
 Mg. Ing. Javier Gonzales Arias  
 INGENIERO CIVIL

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/OSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**INFORME**

EXPEDIENTE N° : 1202-2020-AS  
 PETICIONARIO : BACH, ALEXANDER GONZALO QUIISPE RIVEROS  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASANTES PLÁSTICAS  
 UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II – SECTOR DE TORRE TORRE – HUANCAYO - JUNÍN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 14 DE SEPTIEMBRE DEL 2020

**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR  
 MTC E 132**

Pág. 01 de 02

**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : C1, CON APLICACIÓN DE CENIZA DE SN, COORDENADAS UTMWGS84 E:479957.0 M N:8666809.0 M, ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II – SECTOR DE TORRE TORRE – HUANCAYO - JUNÍN

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

|                             |                         |
|-----------------------------|-------------------------|
| Máxima Densidad Seca        | 1,938 g/cm <sup>3</sup> |
| Óptimo Contenido de Humedad | 13,10 %                 |

**ENSAYO DE CBR**

| Especimen | Numero de Golpes | CBR % | Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> ) | Penetración (pul.g) | % M.O.S. | CBR % - (2.54 mm - 0.1") | CBR % - (5.08 mm - 0.2") |
|-----------|------------------|-------|------------------------------------|---------------------|----------|--------------------------|--------------------------|
| 3         | 55,00            | 52,4  | 1,910                              | 0,10                | 100,00   | 52,4                     | 74,3                     |
| 2         | 26,00            | 33,5  | 1,789                              | 0,10                | 95,00    | 41,0                     | 59,5                     |
| 1         | 12,00            | 18,8  | 1,598                              |                     |          |                          |                          |

|   | ESPECIMEN N° 3 | ESPECIMEN N° 2 | ESPECIMEN N° 1 |
|---|----------------|----------------|----------------|
| Energía de compactación (kg* cm/cm <sup>3</sup> ) | 27,7           | 12,2           | 6,1            |
| Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )                | 1,91           | 1,74           | 1,60           |
| Masa de sobrecarga (kg)                           | 4,53           | 4,53           | 4,53           |
| Embebido en agua (días)                           | 4              | 4              | 4              |

| HORAS    | EXPANSIÓN     |             |               |             |               |             |
|----------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
|          | 55 GOLPES     |             | 26 GOLPES     |             | 12 GOLPES     |             |
|          | Lectura (mm.) | Expansión % | Lectura (mm.) | Expansión % | Lectura (mm.) | Expansión % |
| 00:00:00 | 0,000         | 0,000       | 0,000         | 0,000       | 0,000         | 0,000       |
| 96:00:00 | 2,956         | 2,328       | 4,498         | 3,542       | 6,642         | 5,230       |

OBSERVACION : Muestra extraída en campo, por el Peticionario.  
 HC-AS-08 VERSIÓN 01 REV.00 FECHA: 2020/03/13

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

WISDOMS GERARDO OSORIO RIVEROS S.A.  
 ÁREA DE CALIDAD  
  
 Mg. Ing. Janet Yáñez Andía Arias  
 INGENIERA CIVIL  
 CP 8873

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875880 - 964483588 - 964966015

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)



**SERVICIOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN ARREGLOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS DÚRMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPH8
- ESTUDIOS Y RELEVOS GEOTÉCNICOS
- ESTUDIOS DE PROYECTOS DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
- ESTUDIOS DE PROTECCIÓN
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU

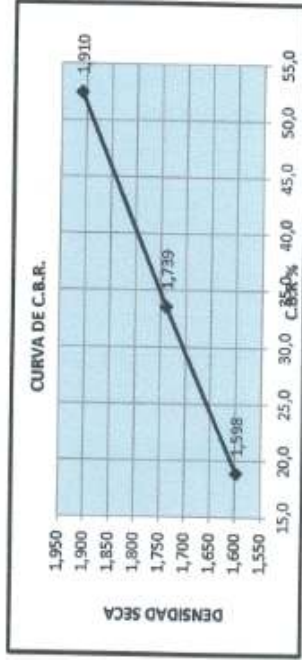
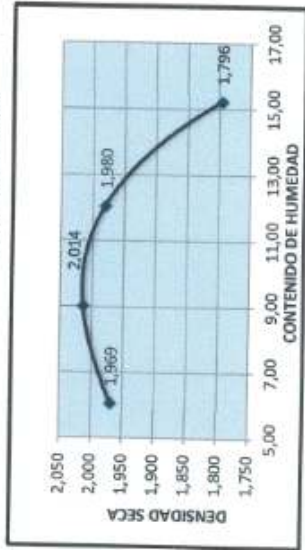
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO CENTAURO INGENIEROS**

EXPEDIENTE N° : 1202-2020-AS  
 PETICIONARIO : BACH. ALEXANDER GONZALO QUISEP RIVEROS  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZA DE BOHÍCA PARA LA ESTABILIZACIÓN EN SUBRASAMIENTOS PLÁSTICAS  
 UBICACIÓN : ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II – SECTOR DE TORRE TORRE – HUANCAYO – JUNÍN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 DE AGOSTO DEL 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 14 DE SEPTIEMBRE DEL 2020

**ENSAJO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR IMTC E 132**

DATOS DE LA MUESTRA : C1, CON APLICACIÓN DE CENIZA DE SIK, COORDENADAS UTM WGS84 E 479957,0 M N 9666600,0 M , ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II – SECTOR DE TORRE TORRE – HUANCAYO – JUNÍN



OBSERVACIÓN: Muestra extraídas en campo, por el Peticionario.

HC-AS-008 VERSIÓN:01 REV:00 FECHA: 2020/09/13

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

**GRUPO CENTAURO INGENIEROS S.L.L.**  
 Ing. Jairo...  
 Ing. Jairo...  
 Ing. Jairo...  
 Ing. Jairo...

Email: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com) Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3850 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Tel. 064 - 253727 Cel. 992875660 - 964483588 - 964486015  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com)

**CERTIFICADO DE CALIDAD DEL LABORATORIO**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° L-106**

CALIBRATION CERTIFICATE

Pag. 1 de 2

|   |  |
|---|--|
| <b>INSTRUMENTO</b><br><i>Instrument</i>   | CAZUELA CASAGRANDE   |
| <b>MARCA</b><br><i>Manufacturer</i>   | PINZUAR LTDA.  |
| <b>MODELO</b><br><i>Model</i>   | PS - 11  |
| <b>NUMERO DE SERIE</b><br><i>Identification number</i>  | 1623   |
| <b>RANGO DE MEDICIÓN</b><br><i>Measurement range</i>  | Ver Tabla de resultados  |
| <b>CODIGO INTERNO</b><br><i>Internal Code</i>   | E-GT-009   |
| <b>UBICACIÓN DEL INSTRUMENTO</b><br><i>Location of the instrument</i>   | AREA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  |
| <b>SOLICITANTE</b><br><i>Customer</i>   | INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.   |
| <b>DIRECCIÓN</b><br><i>Address</i>  | CAR.CENTRAL NRO. 3950 INT. A (FRTE UNCP-SÑOS.GDE-AV<br>MCAL: CASTILLA) JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO |
| <b>Ciudad</b><br><i>City</i>  | JUNIN  |
| <b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b><br><i>Calibration date</i>  | 2019-02-20   |
| <b>FECHA DE EXPEDICIÓN</b><br><i>Date of Issue</i>  | 2019 - 02 - 20   |
| <b>NÚMERO DE PAGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS</b><br><i>Number of pages of this certificate and documents attached</i> | <b>02</b>  |

**FIRMAS AUTORIZADAS**

*Authorized Signatures*

  
Henry Julio León Masgo  
Responsable Laboratorio de Metrología

  
Elvis Quinto Huiza  
Técnico Laboratorio Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN - LABORATORIO DE LONGITUD**  
Calibration Certificate - Laboratory of Longitude


L 21821

|   |  |                   |
|---|--|-------------------|
| <b>INSTRUMENTO</b><br><i>Instrument</i>   | TAMIZB <sup>m</sup>  | <b>Pág 1 de 3</b> |
| <b>FABRICANTE</b><br><i>Manufacturer</i>  | PINZUAR  |                   |
| <b>MODELO</b><br><i>Model</i>   | GRANOTEST  |                   |
| <b>NÚMERO DE SERIE</b><br><i>Identification number</i>  | 55738  |                   |
| <b>IDENTIFICACIÓN INTERNA</b><br><i>Internal Identification</i>   | N.I.   |                   |
| <b>MALLA</b><br><i>Mesh</i>   | 3 in.  |                   |
| <b>SOLICITANTE</b><br><i>Customer</i>   | INVERSIONES GENERALES CENTAURO<br>INGENIEROS S.A.C.  |                   |
| <b>DIRECCIÓN</b><br><i>Address</i>  | CAR.CENTRAL NRO. 3950 INT. A (FRTE UNCP-<br>SÑOS.GDE-AV MCAL. CASTILLA) JUNIN-<br>HUANCAYO- EL TAMBO |                   |
| <b>CIUDAD</b><br><i>City</i>  | JUNIN  |                   |
| <b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b><br><i>Date of calibration</i>   | 2018-01-31   |                   |
| <b>FECHA DE EXPEDICIÓN</b><br><i>Date of Issue</i>  | 2018-02-06   |                   |
| <b>NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS</b><br><i>Number of pages of this certificate and documents attached</i> | 03   |                   |

**FIRMAS AUTORIZADAS**  
*Authorized Signature (s)*



**Fco. Victor Alfonso Ballesteros**  
Director Laboratorio Metrología



**Ing. Miguel Andrés Vela**  
Metrologo Laboratorio Metrología

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente excepto cuando se haya obtenido previamente, permiso por escrito del laboratorio que lo emite.  
This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate must not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory.  
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. The results of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made.  
El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o la información contenida en este certificado.  
The issuing laboratory assumes no responsibility for any ensuing damages due to the misuse of the calibrated instruments and/or the information of this certificate.





**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

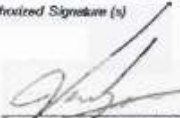


**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN- LABORATORIO DE LONGITUD**  
Calibration Certificate - Laboratory of Longitude

**L 21820**

|   |  |                   |
|---|--|-------------------|
| <b>INSTRUMENTO</b><br><i>Instrument</i>                           | TAMIZ 8"   | <i>Pág 1 de 3</i> |
| <b>FABRICANTE</b><br><i>Manufacturer</i>                          | PINZUAR  |                   |
| <b>MODELO</b><br><i>Model</i>                                     | GRANOTEST  |                   |
| <b>NÚMERO DE SERIE</b><br><i>Identification number</i>            | 56562  |                   |
| <b>IDENTIFICACIÓN INTERNA</b><br><i>Internal Identification</i>   | N.I.   |                   |
| <b>MALLA</b><br><i>Mesh</i>                                       | 2 in.  |                   |
| <b>SOLICITANTE</b><br><i>Customer</i>                             | INVERSIONES GENERALES CENTAURO<br>INGENIEROS S.A.C.  |                   |
| <b>DIRECCIÓN</b><br><i>Address</i>                                | CAR.CENTRAL NRO. 3950 INT. A (FRTE UNCP-<br>SÑOS.GDE-AV MCAL CASTILLA) JUNIN -<br>HUANCAYO-ELTAMBO |                   |
| <b>CIUDAD</b><br><i>City</i>                                      | JUNIN  |                   |
| <b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b><br><i>Date of calibration</i>         | 2018-01-31   |                   |
| <b>FECHA DE EXPEDICIÓN</b><br><i>Date of Issue</i>                | 2018-02-06   |                   |
| <b>NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS</b>        | 03   |                   |
| <i>Number of pages of this certificate and documents attached</i> |  |                   |

**FIRMAS AUTORIZADAS**  
*Authorized Signature (s)*

  
**Ing. Victor Alfonso Ballesteros**  
*Director Laboratorio Metrología*

  
**Ing. Miguel Andrés Vela**  
*Metrologo Laboratorio Metrologia*

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente excepto cuando se haya obtenido previamente, permiso por escrito del laboratorio que lo emite.  
*This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate must not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory.*

Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. The results of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made.  
*El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o la información contenida en este certificado.*  
*The issuing laboratory assumes no responsibility for any ensuing damages due to the misuse of the calibrated instruments and/or the information of this certificate.*

Laboratorios - Calle 18 N° 103 B - 72  
Bogotá, D.C. Colombia

PBX 57(1) 7454555

www.pinzuar.com.co  
labmetrologia@pinzuar.com.co



**PINZUAR LTDA**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ACREDITADO  
ONAC  
LABORATORIO DE METROLOGÍA



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN - LABORATORIO DE LONGITUD**  
Calibration Certificate - Laboratory of Longitude

**L 22091**

|   |   |                   |
|---|---|-------------------|
| <b>INSTRUMENTO</b><br><i>Instrument</i>   | TAMIZ 8"  | <i>Pág 1 de 3</i> |
| <b>FABRICANTE</b><br><i>Manufacturer</i>  | PINZUAR   |                   |
| <b>MODELO</b><br><i>Model</i>   | GRANOTEST   |                   |
| <b>NÚMERO DE SERIE</b><br><i>Identification number</i>  | 55258   |                   |
| <b>IDENTIFICACIÓN INTERNA</b><br><i>Internal identification</i>   | E-GT-017  |                   |
| <b>MALLA</b><br><i>Mesh</i>   | ½ in.   |                   |
| <b>SOLICITANTE</b><br><i>Customer</i>   | INVERSIONES GENERALES CENTAURO<br>INGENIEROS S.A.C.   |                   |
| <b>DIRECCIÓN</b><br><i>Address</i>  | CAR.CENTRAL NRO. 3950 INT. A (FRTE UNCP-<br>SÑOS.GDE.AV MCAL. CASTILLA) JUNIN -<br>HUANCAYO- EL TAMBO, Laboratorio de Suelos II y |                   |
| <b>CIUDAD</b><br><i>City</i>  | JUNIN   |                   |
| <b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b><br><i>Date of calibration</i>   | 2018-01-31  |                   |
| <b>FECHA DE EXPEDICIÓN</b><br><i>Date of issue</i>  | 2018-02-06  |                   |
| <b>NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS</b><br><i>Number of pages of this certificate and documents attached</i> | 03  |                   |

**FIRMAS AUTORIZADAS**  
*Authorized Signature (s)*

*Ing. Víctor Alfonso Ballesteros*  
Director Laboratorio Metrología

*Ing. Miguel Andrés Vela*  
Metrologo Laboratorio Metrología

este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente excepto cuando se haya obtenido previamente, permiso por escrito del laboratorio que lo emite.

This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate must not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory.

Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. The results of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made.

El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o la información contenida en este certificado.

The issuing laboratory assumes no responsibility for any ensuing damages due to the misuse of the calibrated instruments and/or the information of this certificate.

Laboratorio - Calle 18 N° 103 B - 72  
Bogotá, D.C. Colombia

PIIX 57(1) 7454555

www.pinzuar.com.co  
labmetrologia@pinzuar.com.co



**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN - LABORATORIO DE LONGITUD**  
Calibration Certificate - Laboratory of Longitude

**L 21814**

|   |   |                 |
|---|---|-----------------|
| <b>INSTRUMENTO</b><br><i>Instrument</i>                           | TAMIZ 8"  | <b>Página 3</b> |
| <b>FABRICANTE</b><br><i>Manufacturer</i>                          | PINZUAR   |                 |
| <b>MODELO</b><br><i>Model</i>                                     | GRANOTEST   |                 |
| <b>NÚMERO DE SERIE</b><br><i>Identification number</i>            | 46955   |                 |
| <b>IDENTIFICACIÓN INTERNA</b><br><i>Internal identification</i>   | N.I.  |                 |
| <b>MALLA</b><br><i>Mesh</i>                                       | 3/8 in.   |                 |
| <b>SOLICITANTE</b><br><i>Customer</i>                             | INVERSIONES GENERALES CENTAURO<br>INGENIEROS S.A.C.   |                 |
| <b>DIRECCIÓN</b><br><i>Address</i>                                | CAR.CENTRAL NRO. 3950 INT. A (FRTE UNCP-<br>SÑOS.GDE-AV MCAL. CASTILLA) JUNIN -<br>HUANCAYO-ELTAMBO |                 |
| <b>CIUDAD</b><br><i>City</i>                                      | JUNIN   |                 |
| <b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b><br><i>Date of calibration</i>         | 2018-01-31  |                 |
| <b>FECHA DE EXPEDICIÓN</b><br><i>Date of issue</i>                | 2018-02-06  |                 |
| <b>NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS</b>        | 03  |                 |
| <i>Number of pages of this certificate and documents attached</i> |   |                 |

**FIRMAS AUTORIZADAS**  
*Authorized Signature (s)*

  
**Tercy Victor Alfonso Ballesteros**  
Director Laboratorio Metrología

  
**Ing. Miguel Andrés Vela**  
Metrólogo Laboratorio Metrología

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite.  
This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate must not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory.  
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. The results of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made.  
El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o la información contenida en este certificado.  
The issuing laboratory assumes no responsibility for any ensuing damages due to the misuse of the calibrated instruments and/or the information of this certificate.

Laboratorio - Calle 18 N° 103 B - 72  
Bogotá, D.C. Colombia

PBX 57(1) 7454555

www.pinzuar.com.co  
labmetrologia@pinzuar.com.co



**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA




**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN - LABORATORIO DE LONGITUD**  
Calibration Certificate - Laboratory of Longitude

**L 21816**

|   |   |                   |
|---|---|-------------------|
| <b>INSTRUMENTO</b><br><i>Instrument</i>   | TAMIZ8"   | <i>Pág 1 de 3</i> |
| <b>FABRICANTE</b><br><i>Manufacturer</i>  | PINZUAR   |                   |
| <b>MODELO</b><br><i>Model</i>   | GRANOTEST   |                   |
| <b>NÚMERO DE SERIE</b><br><i>Identification number</i>  | 56248   |                   |
| <b>IDENTIFICACIÓN INTERNA</b><br><i>Internal identification</i>   | N.I.  |                   |
| <b>MALLA</b><br><i>Mesh</i>   | No. 4   |                   |
| <b>SOLICITANTE</b><br><i>Customer</i>   | INVERSIONES GENERALES CENTAURO<br>INGENIEROS S.A.C.   |                   |
| <b>DIRECCIÓN</b><br><i>Address</i>  | CAR.CENTRAL NRO. 3950 INT. A (FRTE UNCP-<br>SÑOS.GDE-AV MCAL. CASTILLA) JUNIN -<br>HUANCAYO-ELTAMBO |                   |
| <b>CIUDAD</b><br><i>City</i>  | JUNIN   |                   |
| <b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b><br><i>Date of calibration</i>   | 2018 - 01 - 31  |                   |
| <b>FECHA DE EXPEDICIÓN</b><br><i>Date of issue</i>  | 2018 - 02 - 06  |                   |
| <b>NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS</b><br><i>Number of pages of this certificate and documents attached</i> | 03  |                   |

**FIRMAS AUTORIZADAS**  
*Authorized Signatures (s)*

  
**Ing. Victor Alfonso Ballesteros**  
Director Laboratorio Metrología

  
**Ing. Miguel Andrés Vela**  
Metrólogo Laboratorio Metrología

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente excepto cuando se haya obtenido previamente, permiso por escrito del laboratorio que lo emite.  
This certificate is an accurate report of the performed measurements results. This certificate must not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory.  
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. The results of this certificate refer to the instrument and conditions in which the measurements were made.  
El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que pueden derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o la información contenida en este certificado.  
The issuing laboratory assumes no responsibility for any ensuing damages due to the misuse of the calibrated instruments and/or the information of this certificate.

Laboratorios - Calle 18 N° 103 B - 72  
Bogotá, D.C. Colombia

PBX 57(1) 7454555

www.pinzuar.com.co  
labmetrologia@pinzuar.com.co



**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN - LABORATORIO DE LONGITUD**  
Calibration Certificate - Laboratory of Longitude

L 21815

|   |   |                 |
|---|---|-----------------|
| <b>INSTRUMENTO</b><br><i>Instrument</i>                           | TAMIZ8"   | <i>Página 3</i> |
| <b>FABRICANTE</b><br><i>Manufacturer</i>                          | PINZUAR   |                 |
| <b>MODELO</b><br><i>Model</i>                                     | GRANOTEST   |                 |
| <b>NÚMERO DE SERIE</b><br><i>Identification number</i>            | 56804   |                 |
| <b>IDENTIFICACIÓN INTERNA</b><br><i>Internal Identification</i>   | N.I.  |                 |
| <b>MALLA</b><br><i>Mesh</i>                                       | No. 10  |                 |
| <b>SOLICITANTE</b><br><i>Customer</i>                             | INVERSIONES GENERALES CENTAURO<br>INGENIEROS S.A.C.   |                 |
| <b>DIRECCIÓN</b><br><i>Address</i>                                | CAR.CENTRAL NRO. 3950 INT. A (FRTE UNCP-<br>SÑOS.GDE-AV MCAL. CASTILLA) JUNIN -<br>HUANCAYO- EL TAMBO |                 |
| <b>CIUDAD</b><br><i>City</i>                                      | JUNIN   |                 |
| <b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b><br><i>Date of calibration</i>         | 2018-02-06  |                 |
| <b>FECHA DE EXPEDICIÓN</b><br><i>Date of issue</i>                | 2018-02-06  |                 |
| <b>NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS</b>        | 03  |                 |
| <i>Number of pages of this certificate and documents attached</i> |   |                 |

**FIRMAS AUTORIZADAS**  
*Authorized Signature (s)*

  
**Ing. Victor Alfonso Ballesteros**  
*Director Laboratorio Metrología*

  
**Ing. Miguel Andrés Vela**  
*Metrologo Laboratorio Metrología*

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente excepto cuando se haya obtenido previamente, permiso por escrito del laboratorio que lo emite.  
*This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate must not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory.*

Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. The results of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made.

El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso incorrecto de los instrumentos y/o la información contenida en este certificado.  
*The issuing laboratory assumes no responsibility for any ensuing damages due to the misuse of the calibrated instruments and/or the information of this certificate.*

Laboratorios - Calle 18 N° 803 B - 72  
Bogotá, D.C. Colombia

PBX 57(1) 7454555

www.pinzuar.com.co  
labmetrologia@pinzuar.com.co



**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA




**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN - LABORATORIO DE LONGITUD**  
Calibration Certificate - Laboratory of Longitude

**L 21817**

|   |  |                   |
|---|--|-------------------|
| <b>INSTRUMENTO</b><br><i>Instrument</i>   | TAMIZ8"  | <b>Pág 1 de 3</b> |
| <b>FABRICANTE</b><br><i>Manufacturer</i>  | PINZUAR  |                   |
| <b>MODELO</b><br><i>Model</i>   | GRANOTEST  |                   |
| <b>NÚMERO DE SERIE</b><br><i>Identification number</i>  | 56655  |                   |
| <b>IDENTIFICACIÓN INTERNA</b><br><i>Internal identification</i>   | N.I.   |                   |
| <b>MALLA</b><br><i>Mesh</i>   | No.20  |                   |
| <b>SOLICITANTE</b><br><i>Customer</i>   | INVERSIONES GENERALES CENTAURO<br>INGENIEROS S.A.C.  |                   |
| <b>DIRECCIÓN</b><br><i>Address</i>  | CAR.CENTRAL NRO. 3950 INT. A (FRTE UNCP-<br>SÑOS.GDE-AV MCAL. CASTILLA) JUNIN -<br>HUANCAYO-EL TAMBO |                   |
| <b>CIUDAD</b><br><i>City</i>  | JUNIN  |                   |
| <b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b><br><i>Date of calibration</i>   | 2018-02-02   |                   |
| <b>FECHA DE EXPEDICIÓN</b><br><i>Date of issue</i>  | 2018-02-06   |                   |
| <b>NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS</b><br><i>Number of pages of this certificate and documents attached</i> | 03   |                   |

**FIRMAS AUTORIZADAS**  
*Authorized Signature (s)*

  
**Tercy Victor Alfonso Ballesteros**  
Director Laboratorio Metrología

  
**Ing. Miguel Andrés Vela**  
Metrólogo Laboratorio Metrología

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente excepto cuando se haya obtenido previamente, permiso por escrito del laboratorio que lo emite.  
This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate must not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory.  
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. The results of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made.  
El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o la información contenida en este certificado.  
The issuing laboratory assumes no responsibility for any ensuing damages due to the misuse of the calibrated instruments and/or the information of this certificate.

Laboratorio - Calle 18 N° 103 B - 72  
Bogotá, D.C. Colombia

PDX 57(1) 7454555

www.pinzuar.com.co  
labmetrologia@pinzuar.com.co



**PINZUAR LTDA**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN - LABORATORIO DE LONGITUD**  
Calibration Certificate - Laboratory of Longitude

**L 22760**

|   |  |                   |
|---|--|-------------------|
| <b>INSTRUMENTO</b><br><i>Instrument</i>   | TAMIZ 8"   | <i>Pág 1 de 3</i> |
| <b>FABRICANTE</b><br><i>Manufacturer</i>  | PINZUAR LTDA   |                   |
| <b>MODELO</b><br><i>Model</i>   | GRANOTEST  |                   |
| <b>NÚMERO DE SERIE</b><br><i>Identification number</i>  | 61482  |                   |
| <b>IDENTIFICACIÓN INTERNA</b><br><i>Internal identification</i>   | E-GT-022   |                   |
| <b>MALLA</b><br><i>Mesh</i>   | 1 in.  |                   |
| <b>SOLICITANTE</b><br><i>Customer</i>   | INVERSIONES GENERALES CENTAURO<br>INGENIEROS S.A.C.  |                   |
| <b>DIRECCIÓN</b><br><i>Address</i>  | CAR. CENTRAL NRO. 3950 INT. A (FRTE UNCP-SÑOS GDE-<br>AV MCAL. CASTILLA) JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO<br>ÁREA DE SUELOS II Y CONCRETO |                   |
| <b>CIUDAD</b><br><i>City</i>  | JUNIN  |                   |
| <b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b><br><i>Date of calibration</i>   | 2018-01-26   |                   |
| <b>FECHA DE EXPEDICIÓN</b><br><i>Date of issue</i>  | 2018-04-12   |                   |
| <b>NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS</b><br><i>Number of pages of this certificate and documents attached</i> | 03   |                   |

**FIRMAS AUTORIZADAS**  
*Authorized Signature (s)*

**Ing. Víctor Alfonso Ballesteros**  
*Director Laboratorio Metrología*

**Ing. Miguel Andrés Vela**  
*Metrologo Laboratorio Metrología*

El certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente excepto cuando se haya obtenido previamente, permiso por escrito del laboratorio que lo emite.  
*This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate must not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory.*

Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. The results of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made.  
*The issuing laboratory assumes no responsibility for any ensuing damages due to the misuse of the calibrated instruments and/or the information of this certificate.*

Laboratorios - Calle 18 N° 103 B - 72  
Bogotá, D.C. Colombia

PBX 57(1) 7454555

www.pinzuar.com.co  
labmetrologia@pinzuar.com.co



**PINZUAR LTDA**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

LABORATORIO DE METROLOGÍA

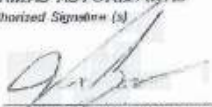


**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN - LABORATORIO DE LONGITUD**  
Calibration Certificate - Laboratory of Longitude

**L 22758**

|   |  |                   |
|---|--|-------------------|
| <b>INSTRUMENTO</b><br><i>Instrument</i>   | TAMIZ 8"   | <i>Pág 1 de 3</i> |
| <b>FABRICANTE</b><br><i>Manufacturer</i>  | PINZUAR LTDA.  |                   |
| <b>MODELO</b><br><i>Model</i>   | GRANOTEST  |                   |
| <b>NÚMERO DE SERIE</b><br><i>Identification number</i>  | 60397  |                   |
| <b>IDENTIFICACIÓN INTERNA</b><br><i>Internal Identification</i>   | E-GT-023   |                   |
| <b>MALLA</b><br><i>Mesh</i>   | 1 1/2in.   |                   |
| <b>SOLICITANTE</b><br><i>Customer</i>   | INVERSIONES GENERALES CENTAURO<br>INGENIEROS S.A.C.  |                   |
| <b>DIRECCIÓN</b><br><i>Address</i>  | CAR.CENTRAL NRO. 3950 INT. A (FRTE UNCP-<br>SÑOS GDE-AV MCAL. CASTILLA) JUNIN -<br>HUANCAYO - EL TAMBO// AREA DE SUELOS II Y<br>CONCRETO |                   |
| <b>CIUDAD</b><br><i>City</i>  | JUNIN  |                   |
| <b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b><br><i>Date of calibration</i>   | 2018 - 01 - 04   |                   |
| <b>FECHA DE EXPEDICIÓN</b><br><i>Date of issue</i>  | 2018 - 04 - 12   |                   |
| <b>NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS</b><br><i>Number of pages of this certificate and documents attached</i> | 03   |                   |

**FIRMAS AUTORIZADAS**  
*Authorized Signatures (s)*

  
\_\_\_\_\_  
**Ing. Victor Alfonso Ballesteros**  
*Director Laboratorio Metrología*

  
\_\_\_\_\_  
**Ing. Miguel Andrés Vela**  
*Metrologo Laboratorio Metrología*

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente excepto cuando se haya obtenido previamente, permiso por escrito del laboratorio que lo emite.  
This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate must not be partially reproduced, except with the prior written mission of the issuing laboratory.  
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. The results of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made.  
El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o la información contenida en este certificado.  
The issuing laboratory assumes no responsibility for any ensuing damages due to the misuse of the calibrated instruments and/or the information of this certificate.

Laboratorio - Calle 18 N° 103 B - 72 | PBX 57(1) 7454566 | [www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
Bogotá, D.C. Colombia | [labmetrologia@pinzuar.com.co](mailto:labmetrologia@pinzuar.com.co)





**PINZUAR LTDA**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA




**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN - LABORATORIO DE LONGITUD**  
Calibration Certificate - Laboratory of Longitude

L 22761

|   |  |            |
|---|--|------------|
| <b>INSTRUMENTO</b><br><i>Instrument</i>                           | TAMIZ 8"   | Pág 1 de 3 |
| <b>FABRICANTE</b><br><i>Manufacturer</i>                          | PINZUAR LTDA.  |            |
| <b>MODELO</b><br><i>Model</i>                                     | GRANOTEST  |            |
| <b>NÚMERO DE SERIE</b><br><i>Identification number</i>            | 61584  |            |
| <b>IDENTIFICACIÓN INTERNA</b><br><i>Internal identification</i>   | E-GT-024   |            |
| <b>MALLA</b><br><i>Mesh</i>                                       | No. 40   |            |
| <b>SOLICITANTE</b><br><i>Customer</i>                             | INVERSIONES GENERALES CENTAURO<br>INGENIEROS S.A.C.  |            |
| <b>DIRECCIÓN</b><br><i>Address</i>                                | CAR. CENTRAL NRO. 3950 INT. A (FRTE UNCP-<br>SÑOS. GDE-AV MCAL. CASTILLA) JUNIN -<br>HUANCAYO - EL TAMBO / AREA DE SUELOS II Y<br>CONCRETO |            |
| <b>CIUDAD</b><br><i>City</i>                                      | JUNIN  |            |
| <b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b><br><i>Date of calibration</i>         | 2018-01-26   |            |
| <b>FECHA DE EXIPEDICIÓN</b><br><i>Date of issue</i>               | 2018-04-12   |            |
| <b>NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS</b>        | 03   |            |
| <i>Number of pages of this certificate and documents attached</i> |  |            |

**FIRMAS AUTORIZADAS**  
*Authorized Signature (s)*

  
\_\_\_\_\_  
**Ing. Victor Alfonso Ballesteros**  
*Director Laboratorio Metrología*

  
\_\_\_\_\_  
**Ing. Miguel Andrés Vela**  
*Metrologo Laboratorio Metrología*

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente excepto cuando se haya obtenido previamente, permiso por escrito del laboratorio que lo emite.  
*This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate must not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory.*

Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. The results of this certificate refer to the time and conditions in which the measurements were made.

El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o la información contenida en el certificado.  
*Issuing laboratory assumes no responsibility for any ensuing damages due to the misuse of the calibrated instruments and/or the information of this certificate.*

Laboratorios - Calle 16 N° 103 B - 72  
Bogotá, D.C. Colombia

PBX 57(1) 7454555

www.pinzuar.com.co  
laboratorio@pinzuar.com.co



**PINZUAR LTDA**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA




**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN - LABORATORIO DE LONGITUD**  
Calibration Certificate - Laboratory of Longitude

**L 21828**

|   |  |                   |
|---|--|-------------------|
| <b>INSTRUMENTO</b><br><i>Instrument</i>   | TAMIZ8"  | <i>Pág 1 de 3</i> |
| <b>FABRICANTE</b><br><i>Manufacturer</i>  | PNBZUAR LTDA.  |                   |
| <b>MODELO</b><br><i>Model</i>   | GRANOTEST  |                   |
| <b>NÚMERO DE SERIE</b><br><i>Identification number</i>  | 59479  |                   |
| <b>IDENTIFICACION INTERNA</b><br><i>Internal identification</i>   | No Presenta  |                   |
| <b>MALLA</b><br><i>Mesh</i>   | No. 60   |                   |
| <b>SOLICITANTE</b><br><i>Customer</i>   | INVERSIONES GENERALES CENTAURO<br>INGENIEROS S.A.C.  |                   |
| <b>DIRECCIÓN</b><br><i>Address</i>  | CAR.CENTRAL NRO. 3950 INT. A (FRTE UNCP-<br>SÑOS GDE-AV MCAL. CASTILLA) JUNIN -<br>HUANCAYO-EL TAMBO |                   |
| <b>CIUDAD</b><br><i>City</i>  | JUNIN  |                   |
| <b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b><br><i>Date of calibration</i>   | 2018-01-24   |                   |
| <b>FECHA DE EXPEDICIÓN</b><br><i>Date of issue</i>  | 2018-02-06   |                   |
| <b>NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS</b><br><i>Number of pages of this certificate and documents attached</i> | 03   |                   |

**FIRMAS AUTORIZADAS**  
*Authorized Signature (s)*

  
\_\_\_\_\_  
**Ing. Victor Alfonso Ballesteros**  
Director Laboratorio Metrología

  
\_\_\_\_\_  
**Ing. Miguel Andrés Vela**  
Metrólogo Laboratorio Metrología

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente excepto cuando se haya obtenido previamente, permiso por escrito del laboratorio que lo emite.  
*This certificate is an accurate report of the performed measurements results. This certificate must not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory.*

Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. The results of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made.  
*El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o la información contenida en este certificado.*  
*The issuing laboratory assumes no responsibility for any ensuing damages due to the misuse of the calibrated instruments and/or the information of this certificate.*

Laboratorios - Calle 18 N° 403 B - 72  
Bogotá, D.C. Colombia

PBX 57(1) 7454555

www.pinzuar.com.co  
labmetrologia@pinzuar.com.co



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC-013



Registro N° LC-013

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LCT-A-050-2020

CON VALOR OFICIAL

SEGÚN CÉDULA DE NOTIFICACIÓN N° 084-2016 / INACAL-DA

N° Expc: 200176

PÁGINA: 1 de 10

Fecha de emisión:

2020-02-11

1.- CLIENTE : INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.

2.- DIRECCIÓN : Carretera Central N° 3950 Int. A - El Tambo - Huancayo

3.- PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN : INDECOPI - SNM PC-018 (2ª Edición Junio 2009)

*Procedimiento para la calibración o caracterización de Medios  
Isotermos con aire como medio termostático.*

4.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN : Determinación de la distribución interna de temperatura del medio isotermo comparada con las indicaciones de su propio termómetro, mediante el método de comparación directa.

5.- PATRONES DE REFERENCIA Y TRABAJO (VIM3 5.6 y 5.7)

| Trazabilidad metrológica (VIM3 7.1.1) | Nombre del patrón     | Código del patrón | Certificado de Calibración |
|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|
| DM INACAL - PERÚ                      | Termómetro digital    | MT021             | INACAL LT-178-2019         |
| RELESSRL                              | Termómetro multicanal | MT009/4           | RELES LCT-A-260-2019       |

El patrón de trabajo utilizado para la calibración Código MT 009/4 con certificado de RELES fue calibrado con el patrón de referencia Código MT 021 que tiene asegurada su trazabilidad metrológica a los patrones de la Dirección de Metrología - INACAL.

6.- MEDIO ISOTERMO CALIBRADO :

| HORNO  |           |             |            |
|--------|-----------|-------------|------------|
| Marca  | : PINZUAR | Código      | : E-GT-054 |
| Modelo | : PG-190  | Procedencia | : NOINDICA |
| Serie  | : 327     |             |            |

7.- CONDICIONES DE REFERENCIA (VIM3 4.11):

Lugar de Calibración :  
Área de Suelos y Pavimentos  
Inversiones Generales Centauro Ingenieros S.A.C.

Condiciones ambientales durante la calibración :

|                       | Inicio  | Final   |
|-----------------------|---------|---------|
| Temperatura Ambiental | 18,0 °C | 21,9 °C |
| Humedad Relativa      | 57,5 %  | 42,2 %  |

Para otras condiciones de referencia, véase la página 4 de este documento.

8.- FECHA DE CALIBRACIÓN :

2020-02-11



| JEFE DEL LABORATORIO DE CALIBRACIÓN           | RESPONSABLE DE DIVISIÓN   |
|---|---------------------------|
| <br>Elio Castilla Calle<br>Reg. CIP N° 141675 | <br>Javier Talaca Tascayo |

Prohibida la reproducción parcial de este documento sin autorización escrita de RELES S.R.L.

Jr. Pomabamba N° 774 - Breña Telf: 4246152 / 3301720 / 6523200 Fax: 6523213 (102) Ventas: Anexo (101)  
metrologia@reles.com.pe ventas@reles.com.pe www.reles.com.pe



**PINZUAR**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

JUNIN  
 PINZUAR S.A.  
 JUNIN

**PINZUAR S.A.**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ACREDITADO  
**ONAC**  
ORGANISMO NACIONAL  
DE CALIBRACIÓN  
DINORME 17422:2005  
12-ANC-001

2019  
08  
12

L-28826

15830  
2007

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**

**L-28826**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág. 1 de 2

|   |  |
|---|--|
| <b>Equipo</b><br><i>Instrument</i>                              | PIEDERÉY   |
| <b>Fabricante</b><br><i>Manufacturer</i>                        | INSIZE   |
| <b>Modelo</b><br><i>Model</i>                                   | NO INDICA  |
| <b>Número de Serie</b><br><i>Serial Number</i>                  | NO INDICA  |
| <b>Identificación Interna</b><br><i>Internal Identification</i> | E-GT-077   |
| <b>Intervalo de Medición</b><br><i>Measurement Range</i>        | 0mm a 150mm  |
| <b>Solicitante</b><br><i>Customer</i>                           | INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.                     |
| <b>Dirección</b><br><i>Address</i>                              | CAR.CENTRAL NRO. 3050 INT. A (FRTE UNCP-SR.OS.GDE-AV MCAL. CASTILLA) |
| <b>Ciudad</b><br><i>City</i>                                    | JUNIN- HUANCAYO - EL TAMBO   |

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

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

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

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

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

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

**Fecha de Calibración**  
*Date of calibration* 2019-08-12

**Fecha de Emisión**  
*Date of issue* 2019-08-10

**Número de páginas del certificado, incluyendo anexos**  
*Number of pages of the certificate and documents attached* 03

En la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar, no se puede reproducir el informe, excepto cuando se registre en un sistema, ya sea propiamente en seguridad que los datos del certificado no se alteren de ningún modo. Los certificados de calibración firmados por nosotros.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is registered in the system, since it provides the security that the data of the certificate are not altered in any way. Original calibration certificate are not valid.

**Firmas Autorizadas**

*Autorized signatory*

**Tec. Sergio Iván Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología

**Tec. Francisco Adolfo Durán**  
Metrologo Laboratorio de Metrología

08PCSFR01

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología C/ 15 41102 72 (PSE, ST 1) T.02 4320 - 2174213401 | Laboratorio de Metrología | www.pinzuar.com.pe | www.pinzuar.com





**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA



**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ACREDITADO  
**ONAC**  
ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN Y CONTROL TÉCNICO

ISO/IEC 17025:2005  
13-LAC-004

2019  
02  
20

F-5258

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Metrología de Fuerza** **F - 5258**

Calibration Certificate - Force Metrology Laboratory

Página 1 de 1

|  |  |   |
|--|--|---|
| <b>Equipo</b><br>Instrument  | MÁQUINA MANUAL PARA ENGAYOS<br>CBR-50R/N   | Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados corresponden al ítem mencionado en esta página. El laboratorio que lo emite no es responsable de los errores que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante. |
| <b>Fabricante</b><br>Manufacturer  | PINZUAR LTDA   | Este certificado de validación documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).   |
| <b>Modelo</b><br>Model   | PS-25M   | El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.   |
| <b>Número de Serie</b><br>Serial Number  | 150 -  | The results issued in this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made. These results only relate to the item mentioned on page number one. The laboratory that issues it is not responsible for the damages that may result from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.           |
| <b>Identificación Interna</b><br>Internal Identification   | E-GT-117   | This calibration certificate documents and assures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).  |
| <b>Intervalo de Medición</b><br>Measurement Range  | Del 10 % al 100 %  | The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.  |
| <b>Solicitante</b><br>Customer   | INVERSIONES GENERALES<br>CENTAURO INGENIEROS S.A.C   |   |
| <b>Dirección</b><br>Address  | CARCENTRAL NRO. 3950 INT. A<br>(FRTE UNCP-SFVOS.GDE-AV MCAL<br>CASTILLA JUNIN - HUANCAYO - EL<br>TAMBO |   |
| <b>Ciudad</b><br>City  | HUANCAYO   |   |
| <b>Fecha de Recepción</b><br>Date of Receipt   | 2019-02-20   |   |
| <b>Fecha de Calibración</b><br>Date of Calibration   | 2019-02-20   |   |
| <b>Fecha de Emisión</b><br>Date of Issue   | 2019-03-05   |   |
| <b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b><br>Number of pages of the certificate and documents attached | 04   |   |

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar Ltda. no se puede reproducir en internet, excepto cuando se reproduce en su totalidad, en una impresión de seguridad que sea parte del certificado o de uno de sus anexos. Los certificados de calibración en línea no son válidos.  
Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, in a print of security that be part of the certificate and one of its annexes. Unprinted calibration certificates are not valid.

**Firmas Autorizadas**  
Authorized signatories

**SERGIOIVAN MARTINEZ**  
Firma digitalizada por SERGIOIVAN MARTINEZ  
Fecha: 2019/03/05 19:03:37  
82907  
Tecn. Sergio Iván Martínez  
Director Laboratorio de Metrología

**FRANCISCO ADELFO DURAN ROMERO**  
Firma digitalizada por FRANCISCO ADELFO DURAN ROMERO  
Fecha: 2019/03/05 19:25:00 0500  
Tecn. Francisco Durán Romero  
Subdirector Laboratorio de Metrología

LA-PC-05-F-01 Rev.02

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LCM-A-076-2020

CON VALOR OFICIAL  
SEGÚN CÉDULA DE NOTIFICACIÓN N° 084-2016-INACAL/DA

N° de Exp.: 200176

PÁGINA: 1 de 3

Fecha de Emisión:

2020-02-17

- 1.- **CLIENTE** : INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
- 2.- **DIRECCIÓN** : Carretera Central N° 3950 Int. A - El Tambo - Huancayo
- 3.- **PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN** : INDECOPI - SNM PC-011 (4ª Edición Abril 2010),  
*Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II.*
- 4.- **MÉTODO DE CALIBRACIÓN** : Comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón).

5.- **PATRONES DE REFERENCIA Y TRABAJO** (VIM 5.6 y 5.7)

| Trazabilidad metrológica (VIM 2.41) | Nombre del patrón           | Código del patrón | Certificado de Calibración |
|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------|----------------------------|
| DM-INACAL                           | Juego de Pesas 1 mg a 200 g | MM001/1           | LM-C-152-2019              |
| DKD                                 | Pesa de 500 g               | MM002/2           | M-1418-2019                |
|                                     | Pesa de 1 kg                | MM003/2           | M-1419-2019                |

Las pesas patrón utilizadas durante la calibración de la balanza, tienen asegurada su trazabilidad metrológica a los patrones del Laboratorio DKD y de la Dirección de Metrología del INACAL (DM INACAL).

6.- **INSTRUMENTO CALIBRADO** :

| BALANZA            |  |
|--------------------|--|
| Marca : HENKEL     | Capacidad Máxima (Max) : 1000g           |
| Modelo : BQ1001    | Resolución (d) : 0,01 g                  |
| Serie : 1609260891 | División de Verificación (e) : 0,1 g (*) |
| Código : E-GT-127  | Clase de Exactitud : NO INDICA(**)       |

7.- **CONDICIONES DE REFERENCIA** (VIM 4.11) :



Lugar de Calibración:  
Área de Suelos y Pavimentos  
Inversiones Generales Centauro Ingenieros S.A.C.  
Condiciones ambientales durante la calibración :

|                       | Inicio  | Final   |
|-----------------------|---------|---------|
| Temperatura Ambiental | 19,1 °C | 18,9 °C |
| Humedad Relativa      | 51,9 %  | 48,2 %  |



8.- **FECHA DE CALIBRACIÓN** :

2020-02-11

| JEFE DEL LABORATORIO DE CALIBRACIÓN   | RESPONSABLE DE DIVISIÓN  |
|---|--|
| <br>Elio Castilla Calle<br>CIP N° 141675 | <br>Javier Tatáico Tasayco |

Prohibida la reproducción parcial de este documento sin autorización escrita de RELES S.R.L.  
Jr. Pomabamba N° 774 - Breña Telf: 4246152/ 3301720/ 6523200 Fax: 6523213 (102) Ventas: Anexo (101)  
metrologia@reles.com.pe ventas@reles.com.pe www.reles.com.pe

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LCM-A-078-2020

CON VALOR OFICIAL

SEGÚN CÉDULA DE NOTIFICACIÓN N° 084-2016-INACAL/DA

N° de Exp. : 200176

PÁGINA: 1 de 3

Fecha de Emisión:

2020-02-18

- 1.- **CLIENTE** : INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
- 2.- **DIRECCIÓN** : Carretera Central N° 3950 Int. A - El Tambo - Huancayo
- 3.- **PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**: INDECOPI - SNM PC-011 (4ª Edición Abril 2010),  
*Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II.*
- 4.- **MÉTODO DE CALIBRACIÓN** : Comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón).

5.- **PATRONES DE REFERENCIA Y TRABAJO** (VIM3 5.6 y 5.7)

| Trazabilidad metrológica (VIM3 5.4) | Nombre del patrón           | Código del patrón | Certificado de Calibración |
|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------|----------------------------|
| DM-INACAL                           | Juego de Pesas 1 mg a 200 g | MM001/1           | LM-C-152-2019              |
| DM-INACAL                           | Pesa de 2kg                 | MM004/1           | LM-163-2019                |
| DKD                                 | Pesa de 500 g               | MM002/2           | M-1418-2019                |
|                                     | Pesa de 1 kg                | MM003/2           | M-1419-2019                |

Las pesas patrón utilizadas durante la calibración de la balanza, tienen asegurada su trazabilidad metrológica a los patrones del Laboratorio DKD y de la Dirección de Metrología del INACAL (DM-INACAL).

6.- **INSTRUMENTO CALIBRADO** :

| BALANZA            |  |
|--------------------|--|
| Marca : HENKEL     | Capacidad Máxima (Max) : 2000g           |
| Modelo : BQ2001    | Resolución (d) : 0,01 g                  |
| Serie : 1609262511 | División de Verificación (e) : 0,1 g (*) |
| Código : B-GT-128  | Clase de Exactitud : NO INDICA(**)       |

7.- **CONDICIONES DE REFERENCIA** (VIM3 4.11) :

**Lugar de Calibración** :  
Suelos II y Concretos  
Inversiones Generales Centauro Ingenieros S.A.C.

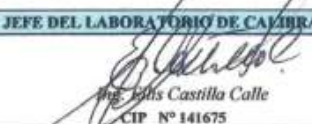

**Condiciones ambientales durante la calibración** :

|                       | Inicio  | Final   |
|-----------------------|---------|---------|
| Temperatura Ambiental | 20,6 °C | 19,9 °C |
| Humedad Relativa      | 44,2 %  | 48,7 %  |



8.- **FECHA DE CALIBRACIÓN** :

2020-02-12

| JEFE DEL LABORATORIO DE CALIBRACIÓN   | RESPONSABLE DE DIVISIÓN   |
|---|---|
| <br>Ing. Edils Castilla Calle<br>CIP N° 141675 | <br>Javier Galaco Pasayco |

Prohibida la reproducción parcial de este documento sin autorización escrita de RELES S.R.L.

Jr. Pomabamba N° 774 - Breña Telef: 4246152 / 3301720 / 6523200 Fax: 6523213 (102) Ventas: Anexo (101)  
 metrologia@reles.com.pe ventas@reles.com.pe www.reles.com.pe



2005  
2019  
08  
13  
F-4520

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura**  
Calibration Certificate - Temperature Laboratory

Page / Pág 1 de 2

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Equipo</b><br>Instrument  | HORNO ELÉCTRICO   | Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos ya de la información suministrada por el solicitante.<br><br>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).<br><br>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo. |
| <b>Fabricante</b><br>Manufacturer  | METROTEST   |  |
| <b>Modelo</b><br>Model   | MS-10   | The results issued in this certificate relate to the time and conditions under which the measurements were made. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.<br><br>The calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).<br><br>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.                                      |
| <b>Número de Serie</b><br>Serial Number  | 551   |  |
| <b>Identificación Interna</b><br>Internal Identification   | E-GT-772  | 08   |
| <b>Intervalo de Medición</b><br>Measurement Range  | 0 °C a 200 °C   |  |
| <b>Solicitante</b><br>Customer   | INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.                      | 08   |
| <b>Dirección</b><br>Address  | CAR.CENTRAL NRO. 3850 INT. A (FRONTE UNCP-SÑOS.GOE-AV MCAL. CASTILLA) |  |
| <b>Ciudad</b><br>City  | JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO   | 08   |
| <b>Fecha de Calibración</b><br>Date of Calibration   | 2019-08-13  |  |
| <b>Fecha de Emisión</b><br>Date of Issue   | 2019-08-20  | 08   |
| <b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b><br>Number of pages of the certificate and documents attached | 08  |  |

En la impresión del Laboratorio de Metrología Pinzuar se le puede reproducir o distribuir, siempre y cuando se reproduzca en su totalidad, ya que garantiza la seguridad que un parte del certificado no se encuentre corrupto. Una calibración de calibración en línea no son válidas.  
Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it guarantees the security that the parts of the certificate are not corrupt and of course. Online calibration certificates are not valid.

**Firmas Autorizadas**  
Authorized signatories

Tecn. Sergio Iván Martínez  
Director Laboratorio de Metrología

Tecn. Oscar Eduardo Briceño  
Metéologo Laboratorio de Metrología

0826209183







**Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura**  
Calibration Certificate - Temperature Laboratory

Página / Page 1 de 3

|  |  |
|--|--|
| <b>Equipo</b><br>Instrument                              | HORNO ELÉCTRICO  |
| <b>Fabricante</b><br>Manufacturer                        | METROTEST  |
| <b>Modelo</b><br>Model                                   | MS-115   |
| <b>Número de Serie</b><br>Serial Number                  | 561  |
| <b>Identificación Interna</b><br>Internal Identification | E-GT-272   |
| <b>Intervalo de Medición</b><br>Measurement Range        | 0°C a 250 °C   |
| <b>Solicitante</b><br>Customer                           | INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS E.A.C.                       |
| <b>Dirección</b><br>Address                              | CAR. CENTRAL NRO. 3850 INT. A (FRTE UNCP- SRD.S.GDE-AY MCAL. CASTILLA) |
| <b>Ciudad</b><br>City                                    | JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO  |

**Fecha de Calibración**  
Date of Calibration: 2019-08-13

**Fecha de Emisión**  
Date of Issue: 2019-08-20

**Número de páginas del certificado, incluyendo anexos**  
Number of pages of the certificate and documents attached: 03

De la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede responsabilizar al cliente, excepto cuando se reproduce en su solicitud, ya que proporciona la seguridad que los datos del certificado son un reflejo de su estado. (Designated calibration certificates are not valid.)

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in the order, since it provides the security that the data of the certificate are a reflection of reality. (Designated calibration certificates are not valid.)

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

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

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

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

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

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

**Firmas Autorizadas**  
Authorized signatures

**Yacq. Sergio Iván Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología

**Yacq. Oscar Eduardo Briceño**  
Métrólogo Laboratorio de Metrología

DEPTO. 001

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LCM-A-075-2020

CON VALOR OFICIAL  
SEGÚN CÉDULA DE NOTIFICACIÓN N° 084-2016-INACAL/DA

N° de Exp. : 200176

PÁGINA: 1 de 3

Fecha de Emisión:

2020-02-17

- 1.- **CLIENTE** : INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
- 2.- **DIRECCIÓN** : Carretera Central N° 3950 Int. A - El Tambo - Huancayo
- 3.- **PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN** : INDECOPI - SNM PC-001 (3ª Edición Enero 2009),  
*Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII.*

- 4.- **MÉTODO DE CALIBRACIÓN** : Comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón).

- 5.- **PATRONES DE REFERENCIA Y TRABAJO** (VIM 35.6 y 3.7)

| Trazabilidad metrológica (VIM 3.2.4) | Nombre del patrón           | Código del patrón | Certificado de Calibración |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------------|----------------------------|
| DM-INACAL                            | Juego de Pesas 1 mg a 200 g | MM 001/1          | LM-C-152-2019              |
| DM-INACAL                            | Pesa de 500 g               | MM 002/2          | M-1418-2019                |
| DM-INACAL                            | Pesa de 1 kg                | MM 003/2          | M-1419-2019                |
| DM-INACAL                            | Pesa de 2 kg                | MM 004/1          | LM-163-2019                |
| DM-INACAL                            | Pesa de 5 kg                | MM 005/2          | M-1421-2019                |

Las pesas patrón utilizadas durante la calibración de la balanza, tienen asegurada su trazabilidad metrológica a los patrones de la Dirección de Metrología del INACAL (DM-INACAL).

- 6.- **INSTRUMENTO CALIBRADO:**

| BALANZA |              |                              |            |
|---------|--------------|------------------------------|------------|
| Marca   | : OHAUS      | Capacidad Máxima (Max)       | : 6000 g   |
| Modelo  | : SE6001F    | Resolución (d)               | : 0,1 g    |
| Serie   | : 8346710542 | División de Verificación (e) | : 1 g (*)  |
| Código  | : E-GT-060   | Clase de Exactitud           | : III (**) |

- 7.- **CONDICIONES DE REFERENCIA** (VIM 4.11.2)



Lugar de Calibración :  
Área de Suelos II y Concretos  
Inversiones Generales Centauro Ingenieros S.A.C.  
Condiciones ambientales durante la calibración :

|                       | Inicio  | Final   |
|-----------------------|---------|---------|
| Temperatura Ambiental | 18,8 °C | 18,8 °C |
| Humedad Relativa      | 47,7 %  | 51,6 %  |



- 8.- **FECHA DE CALIBRACIÓN :**

2020-02-11

| JEFE DEL LABORATORIO DE CALIBRACIÓN   | RESPONSABLE DE DIVISIÓN  |
|---|--|
| <br>Pío Luis Castilla Calle<br>CIP N° 141675 | <br>Javier Valero Casayo |

Prohibida la reproducción parcial de este documento sin autorización escrita de RELES S.R.L.  
Jr. Pomabamba N° 774 - Breña Telf: 42 46 152 / 330 17 20 / 6523200 Fax: 6523213 (102) Ventas: Anexo (101)  
metrologia@reles.com.pe ventas@reles.com.pe www.reles.com.pe



**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Metrología Dimensional** **L - 26875**  
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

|  |  |   |
|--|--|---|
| <b>Equipo</b><br>Instrument  | TAMIZ#   | <p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</p> <p>This calibration certificate documents and assures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p> |
| <b>Fabricante</b><br>Manufacturer  | PINZUAR LTDA.  |   |
| <b>Modelo</b><br>Model   | Granatest  |   |
| <b>Número de Serie</b><br>Serial Number  | 05850  |   |
| <b>Identificación Interna</b><br>Internal Identification   | No Presenta  |   |
| <b>Matrícula</b><br>Matr.  | No.140   |   |
| <b>Solicitante</b><br>Customer   | INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.   |   |
| <b>Dirección</b><br>Address  | CARCENTRAL NRO. 3950 INT. A (FRTE UNCP-SÑOS.GDE-AV MCAL. CASTILLA) JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO |   |
| <b>Ciudad</b><br>City  | HUANCAYO   |   |
| <b>Fecha de Calibración</b><br>Date of calibration   | 2019-01-24   |   |
| <b>Fecha de Emisión</b><br>Date of issue   | 2019-01-31   |   |
| <b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b><br>Number of pages of the certificate and documents attached | 03   |   |

Si la impresión del Laboratorio de Metrología Pinzuar Ltda. no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que garantiza la seguridad que los partes del certificado se le sean devueltos. Los certificados de calibración en formato son válidos.  
If the print of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report cannot be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate cannot be removed or copied. Unsigned calibration certificates are not valid.

**Firmas Autorizadas**  
Authorized signatures:

**SERGIO IVÁN MARTÍNEZ**  
Firmado digitalmente por SERGIO IVÁN MARTÍNEZ  
Fecha: 2019.01.31 16:45:01 -05'00'  
Tecg. Sergio Iván Martínez  
Director Laboratorio de Metrología

**FRANCISCO ADELFO DURAN ROMERO**  
Firmado digitalmente por FRANCISCO ADELFO DURAN ROMERO  
Fecha: 2019.01.31 16:45:01 -05'00'  
Tecg. Francisco Adolfo Durán  
Asesor Laboratorio de Metrología

LABOR-01-001-001



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Metrología Dimensional**

*Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory*

**L 26874**

*Page / Pág 1 de 3*

|   |   |
|---|---|
| <b>Equipo</b><br><i>Instrument</i>  | TAMIZ#  |
| <b>Fabricante</b><br><i>Manufacturer</i>  | PINZUAR LTDA.   |
| <b>Modelo</b><br><i>Model</i>   | Granulosa   |
| <b>Número de Serie</b><br><i>Serial Number</i>  | 66951   |
| <b>Identificación Interna</b><br><i>Internal Identification</i>   | No Presenta   |
| <b>Malla</b><br><i>Mesh</i>   | No. 200   |
| <b>Solicitante</b><br><i>Customer</i>   | INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  |
| <b>Dirección</b><br><i>Address</i>  | CAR. CENTRAL NRO. 3950 INT. A (FRTE UNCP-SÑOS GDE- AV MCAL. CASTILLA) JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO |
| <b>Ciudad</b><br><i>City</i>  | HUANCAYO  |
| <b>Fecha de Calibración</b><br><i>Date of calibration</i>   | 2019 - 01 - 24  |
| <b>Fecha de Emisión</b><br><i>Date of issue</i>   | 2019 - 01 - 31  |
| <b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b><br><i>Number of pages of the certificate and documents attached</i> | 03  |

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

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

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

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

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

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

*On the approval of the National Metrology Laboratory (NML), the user accepts the responsibility of the results, which provides the security that the data of the certificate are not false, out of context. Unapproved calibration certificates are not valid.*

*Without the approval of the National Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, copied, altered or reproduced in its entirety, since it provides the security that the data of the certificate are not false, out of context. Unapproved calibration certificates are not valid.*

**Firmas Autorizadas**  
*Authorized signatures*

  
Tecn. Sergio Iván Martínez  
Director Laboratorio de Metrología

  
Tecn. Francisco Adolfo Durán  
Médico Laboratorio de Metrología

**INFORMACIÓN**



**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

### CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 137

Solicitante: INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C  
Direccion: CAR.CENTRAL NRO. 3950 INT. A (FRTE UNCP-SÍLOS.005-AV MCAL. CASTILLA) JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO

#### MARTILLO COMPACTACIÓN MARSHALL

Norma: ASTM D 6927

Referencia: PA75

| CARACTERÍSTICAS                           | RESULTADO | UNIDAD |
|---|-----------|--------|
| Diámetro de la base                       | 100,15    | mm     |
| Altura de la base                         | 12,84     | mm     |
| Altura de caída del martillo              | 456,00    | mm     |
| Masa del martillo                         | 4540      | g      |
| Diámetro de la barra guía                 | 15,88     | mm     |
| Diámetro de la base interior del martillo | 50,66     | mm     |

N° Serie : 0287003019-002

Fecha: 2019-04-01

Firma:

ACP-01-F-14/Rev 01 Valido desde 2017-11-10