

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Estabilización de la subrasante con cemento tipo IP
más aditivo Sika, carretera Cooperativa Agraria
Cafetalera, Mandor, Maranura, La Convención -
Cusco - 2023**

Consuelo Mariela De La Torre Bovivar
Yuval Huayhua Hanampa

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Cusco, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Mg. Eigner Román Villegas
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 15 de junio de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

"ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023."

Autores:

1. CONSUELO MARIELA DE LATORRE BOLIVAR – EAP. Ingeniería Civil
2. YUVAL HUAYHUA HANAMPA – EAP. Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 18 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (en caso de elegir "SI"): 30 SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,



Asesor de trabajo de investigación

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos en primer lugar a Dios y el Universo, por permitirnos estar con vida y darnos la oportunidad de llegar a esta etapa, posibilitando que nuestros padres y familiares sean nuestra fuerza para culminar cada etapa que nos proponemos.

A nuestros padres y entorno por forjarnos como personas de bien, y ser nuestro sostén siempre que los hemos necesitado o requerido, en los momentos de flaqueza.

A nuestros familiares y amigos por la paciencia y dedicación que día a día, nos brindaron su apoyo incondicional

A nuestros docentes que, durante nuestra vida estudiantil en las aulas universitarias, nos brindaron toda su sapiencia en forma incondicional; en especial a nuestro Asesor Ing. Eigner Román Villegas quien nos guio hasta el logro final de nuestra tesis.

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a Dios y el Universo, en especial a mis hijos Gabriel Sebastián y Rodrigo Fabián; quienes fueron el motor y razón para iniciar y concluir mi formación profesional.

Dedico también este trabajo a mis tíos Adriel y Julia; quienes en todo momento colaboraron siendo el apoyo esencial en el proceso de la elaboración de mi tesis.

No olvido a todos mis demás familiares que pusieron su granito de arena, en cada momento o circunstancia de flaqueza y alegría, que contribuyeron con el logro de mis objetivos.

Consuelo Mariela

En principio este trabajo se lo dedico a Dios, a mis padres, hermanos y en especial a mi pareja Maribel que en momentos difíciles siempre ha estado presente, apoyándome.

Este trabajo dedico también a mis sobrinos José Fernando y Fidel, quienes me motivaron para seguir adelante y poder terminar el trabajo de la mejor manera, también se lo dedico a mis amigos quienes me motivaron para poder terminar la tesis.

Yuval Huayhua Hanampa

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|-------|
| AGRADECIMIENTOS | i |
| DEDICATORIA | ii |
| RESUMEN xvii | |
| ABSTRACT..... | xviii |
| INTRODUCCIÓN | xix |
| 1. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO | 1 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO Y LA FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.1.1. Planteamiento de problema | 1 |
| 1.1.2. Formulación de problema | 2 |
| 1.1.2.1. Problema general | 2 |
| 1.1.2.2. Problemas Específicos | 2 |
| 1.1.3. Determinación de objetivos | 3 |
| 1.1.3.1. Objetivo General..... | 3 |
| 1.1.3.2. Objetivos Específicos | 3 |
| 1.1.4. Justificación e importancia de estudio..... | 3 |
| 1.1.4.1. Justificación Teórica..... | 3 |
| 1.1.4.2. Justificación aplicativa o practica | 3 |
| 1.1.4.3. Justificación académica | 3 |
| 1.1.4.4. Justificación social..... | 3 |
| 1.1.5. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES | 4 |
| 1.1.5.1. Hipótesis General | 4 |
| 1.1.5.2. Hipótesis Especificas | 4 |
| 1.2. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES | 4 |
| 1.2.1. Variable Independiente | 4 |
| 1.2.2. Variable Dependiente..... | 5 |
| 1.3. Limitaciones y delimitaciones de la investigación..... | 6 |
| 2. MARCO TEÓRICO | 9 |
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN | 9 |
| 2.1.1. Antecedentes a nivel internacional..... | 9 |
| 2.1.2. Antecedentes a nivel nacional..... | 12 |
| 2.2. BASES TEÓRICAS | 14 |
| 2.2.1. Estabilización..... | 14 |
| 2.2.2. Estabilización con cemento..... | 14 |
| 2.2.3. Estabilización por aditivo SIKA DUST SEAL PE..... | 15 |
| 2.2.4. Plasticidad..... | 15 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.2.5. | Grado de compactación..... | 16 |
| 2.2.6. | Prueba de CBR. | 16 |
| 2.3. | DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS | 16 |
| 3. | METODOLOGÍA | 18 |
| 3.1. | MÉTODO, TIPO O ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN..... | 18 |
| 3.1.1. | Enfoque de la investigación | 18 |
| 3.1.2. | Nivel o alcance de la investigación | 18 |
| 3.1.3. | Método de la investigación | 19 |
| 3.2. | DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN | 19 |
| 3.2.1. | Diseño de ingeniería | 21 |
| 3.3. | POBLACIÓN Y LA MUESTRA | 22 |
| 3.3.1. | Población | 22 |
| 3.3.2. | Muestra | 22 |
| 3.4. | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE TOMA DE DATOS | 23 |
| 3.4.1. | Técnicas e instrumentos de la Investigación | 23 |
| 3.4.2. | Formatos de toma de datos (instrumentos de laboratorios) | 24 |
| 3.4.2.1. | Formato de laboratorio para toma de datos límites de ATTERBERG | 24 |
| 3.5. | VALIDEZ DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN | 29 |
| 3.5.1. | Validez de Instrumentos..... | 29 |
| 3.6. | ESTUDIOS DE TRÁFICO VEHICULAR..... | 41 |
| 3.6.1. | Resultados del conteo vehicular..... | 42 |
| 3.6.2. | Índice Medio Diario Anual (IMDa) | 44 |
| 3.7. | TOMA DE DATOS..... | 47 |
| 3.7.1. | Ubicación de la Elaboración y Recolección de Datos | 47 |
| 3.7.2. | Instrumentos | 48 |
| 3.7.3. | Procedimiento | 48 |
| 3.8. | Perfil estratigráfico..... | 50 |
| 3.9. | Ensayos de laboratorio por cada calicata | 55 |
| 3.9.1. | Límites de Atterberg | 55 |
| 3.9.1.1. | Límite líquido | 55 |
| 3.9.1.2. | Límite Plástico..... | 60 |
| 3.9.2. | Ensayo de granulometría..... | 66 |
| 3.10. | CLASIFICACIÓN DE SUELO..... | 75 |
| 3.10.1. | Clasificación de suelo SUCS | 75 |
| 3.10.2. | Clasificación de suelo AASHTO | 79 |
| 3.10.3. | Ensayo de Compactación - Proctor Modificado (laboratorio) | 82 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 3.10.4. | Ensayo (CBR)..... | 91 |
| 3.11. | ENSAYOS DE LABORATORIO CON ADITIVOS CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA DUST SEAL PE | 112 |
| 3.11.1. | Límites de Atterberg | 112 |
| 3.11.1.1. | Límite líquido | 112 |
| 3.11.1.2. | Límite Plástico..... | 117 |
| 3.11.2. | Ensayo de Compactación - Proctor Modificado (laboratorio)..... | 121 |
| 3.11.3. | Ensayo (CBR)..... | 129 |
| 4. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 148 |
| 4.1. | LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS EN EL LABORATORIO... 148 | |
| 4.1.1. | Resultado de prueba de laboratorio para determinar el tipo de suelo | 148 |
| 4.1.1.1. | Procesamiento de datos de límites de consistencia de las siete calicatas..... | 148 |
| 4.1.1.2. | Procesamiento de datos de análisis granulométrico de las siete calicatas.... | 164 |
| 4.1.1.3. | Resultado de clasificación de suelo según el método AASHTO | 175 |
| 4.1.1.4. | Resultado de clasificación de suelo según el método SUCS | 176 |
| 4.1.2. | Resultado de prueba de laboratorio para determinar la calicata más crítico | 176 |
| 4.1.2.1. | Procesamiento de datos de Proctor modificado de las siete calicatas..... | 176 |
| 4.1.2.2. | Procesamiento de datos de Ensayo (CBR) de las siete calicatas | 188 |
| 4.1.3. | Resumen de prueba de laboratorio de límites de consistencia de las siete calicatas | 215 |
| 4.1.4. | Resumen de ensayo Proctor modificado y CBR para determinar la calicata más crítico..... | 216 |
| 4.1.5. | Resultados de ensayo de laboratorio con los aditivos cemento tipo IP y aditivo Sika..... | 219 |
| 4.1.5.1. | Resultado de prueba de laboratorio de límites de consistencia con aditivos Cemento IP y Sika..... | 219 |
| 4.1.5.2. | Resumen de prueba de laboratorio de límites de consistencia con aditivos Cemento tipo IP y Sika..... | 231 |
| 4.1.6. | Procesamiento de datos de Proctor modificado con los aditivos Cemento tipo IP y Sika..... | 232 |
| 4.1.7. | Resumen de los ensayos de laboratorio de Proctor modificado más los aditivos.... | 241 |
| 4.1.8. | Procesamiento de datos de CBR con los aditivos Cemento tipo IP y Sika | 243 |
| 4.1.9. | Resumen de procesamiento de datos de CBR con los aditivos Cemento tipo IP y Sika..... | 265 |
| 4.2. | DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... | 266 |
| 5. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 268 |
| 5.1. | CONCLUSIONES..... | 268 |
| 5.2. | RECOMENDACIONES | 270 |

| | |
|----------------------------------|-----|
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 271 |
| ANEXOS... .. | 275 |
| Matriz de consistencia..... | 275 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Operacionalización de variables | 8 |
| Tabla 2. Muestra el diseño de posprueba para un patrón y múltiples combinaciones. | 19 |
| Tabla 3. Número de muestras de la población | 22 |
| Tabla 4. Formato de un ensayo sobre el límite líquido. | 24 |
| Tabla 5. Formato de un ensayo sobre el límite plástico. | 25 |
| Tabla 6. Formato de un ensayo sobre Análisis Granulométrico | 25 |
| Tabla 7. Formato para cálculo de Proctor modificado. | 26 |
| Tabla 8. Tabla de resultados basada en la curva de compactación con el contenido de humedad óptimo y la densidad seca máxima..... | 28 |
| Tabla 9. Formato para cálculo de CBR de suelos | 28 |
| Tabla 10. Expertos..... | 30 |
| Tabla 11. Formato para validar los criterios – Experto N°01 (Límites de plasticidad) | 30 |
| Tabla 12. Formato para validar los criterios – Experto N°01 (grado de compactación) | 31 |
| Tabla 13. Formato para validar los criterios – Experto N°01 (Ensayo de soporte de california CBR)..... | 32 |
| Tabla 14. Formato para validar los criterios – Experto N°02 (Límites de plasticidad) | 33 |
| Tabla 15. Formato para validar los criterios -Experto N°02 (grado de compactación) | 34 |
| Tabla 16. Formato para validar los criterios – Experto N°02 (ensayo de soporte de california CBR)..... | 35 |
| Tabla 17. Formato para validar los criterios – Experto N°03 (Límites de plasticidad | 36 |
| Tabla 18. Formato para validar los criterios – Experto N°03 (grado de compactación) | 37 |
| Tabla 19. Formato para validar los criterios – Experto N°03 (Soporte de california CBR)..... | 38 |
| Tabla 20. Resultados validados por expertos..... | 39 |
| Tabla 21. Tabla que representa el V de Aiken..... | 39 |
| Tabla 22. Tabla de resumen de evaluación de la ficha de recolección de datos de límites de plasticidad..... | 40 |
| Tabla 23. Tabla de resumen de evaluación de la ficha de recolección de datos de Grado de compactación | 40 |
| Tabla 24. Tabla de resumen de evaluación de la ficha de recolección de datos de (Ensayo de soporte de california CBR)..... | 41 |
| Tabla 25. Censo vehicular en la estación E-001, Maranura alta..... | 42 |
| Tabla 26. Índice Medio Diario Anual (IMDa)..... | 44 |

| | | |
|------------------|---|----|
| Tabla 27. | Índice Medio Diario Anual (IMDa) con Factor de corrección del peaje Huillque..... | 45 |
| Tabla 28. | Perfil estratigráfico de las 7 calicatas en estudio..... | 50 |
| Tabla 29. | Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N°01 | 56 |
| Tabla 30. | Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N°02 | 57 |
| Tabla 31. | Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N°03 | 57 |
| Tabla 32. | Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N° 04 | 58 |
| Tabla 33. | Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N°05 | 59 |
| Tabla 34. | Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N° 06 | 59 |
| Tabla 35. | Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N° 07 | 60 |
| Tabla 36. | Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 01..... | 62 |
| Tabla 37. | Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 02..... | 62 |
| Tabla 38. | Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 03..... | 63 |
| Tabla 39. | Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 04..... | 63 |
| Tabla 40. | Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 05..... | 64 |
| Tabla 41. | Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 06..... | 65 |
| Tabla 42. | Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 07..... | 65 |
| Tabla 43. | Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N° 01..... | 68 |
| Tabla 44. | Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N° 02..... | 69 |
| Tabla 45. | Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N° 03..... | 70 |
| Tabla 46. | Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N° 04..... | 71 |
| Tabla 47. | Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N° 05..... | 72 |
| Tabla 48. | Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N° 06..... | 73 |
| Tabla 49. | Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N° 07..... | 74 |
| Tabla 50. | Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)..... | 75 |
| Tabla 51. | Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 01 | 77 |
| Tabla 52. | Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 02 | 77 |

| | | |
|------------------|--|-----|
| Tabla 53. | Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 03 | 78 |
| Tabla 54. | Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 04 | 78 |
| Tabla 55. | Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 05 | 78 |
| Tabla 56. | Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 06 | 78 |
| Tabla 57. | Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 07 | 79 |
| Tabla 58. | Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO)..... | 80 |
| Tabla 59. | Datos para clasificar suelo, método (AASHTO)-Calicata N°01 | 80 |
| Tabla 60. | Datos para clasificar suelo, método (AASHTO) -Calicata N°02 | 80 |
| Tabla 61. | Datos para clasificar suelo, método (AASHTO) -Calicata N°03 | 81 |
| Tabla 62. | Datos para clasificar suelo, método (AASHTO) -Calicata N°04 | 81 |
| Tabla 63. | Datos para clasificar suelo, método (AASHTO) -Calicata N°05 | 81 |
| Tabla 64. | Datos para clasificar suelo, método (AASHTO) -Calicata N°06 | 82 |
| Tabla 65. | Datos para clasificar suelo, método (AASHTO) -Calicata N°07 | 82 |
| Tabla 66. | Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°01 | 84 |
| Tabla 67. | Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°02..... | 85 |
| Tabla 68. | Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°03..... | 86 |
| Tabla 69. | Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°04..... | 87 |
| Tabla 70. | Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°05..... | 88 |
| Tabla 71. | Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°06..... | 89 |
| Tabla 72. | Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°07..... | 90 |
| Tabla 73. | Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°01 | 94 |
| Tabla 74. | Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°02 | 96 |
| Tabla 75. | Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°03 | 99 |
| Tabla 76. | Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°04 | 101 |
| Tabla 77. | Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°05 | 103 |
| Tabla 78. | Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°06 | 106 |
| Tabla 79. | Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°07 | 109 |
| Tabla 80. | Datos de Límite líquido, suelo natural más 5% de cemento | 113 |
| Tabla 81. | Datos de Límite líquido, suelo natural más 6% de cemento | 114 |
| Tabla 82. | Datos de Límite líquido, suelo natural más 1% de Sika..... | 114 |
| Tabla 83. | Datos de Límite líquido, suelo natural más 2% de Sika..... | 115 |
| Tabla 84. | Datos de Límite líquido, suelo natural más 6% de cemento más 1% de Sika..... | 116 |
| Tabla 85. | Datos de Límite líquido, suelo natural más 5% de cemento más 2% de Sika..... | 116 |
| Tabla 86. | Datos de Límite plástico, suelo natural más 5% de cemento | 118 |
| Tabla 87. | Datos de Límite plástico, suelo natural más 6% de cemento | 119 |

| | | |
|-------------------|---|-----|
| Tabla 88. | Datos de Límite plástico, suelo natural más 1% de Sika..... | 119 |
| Tabla 89. | Datos de Límite plástico, suelo natural más 2% de Sika..... | 120 |
| Tabla 90. | Datos de Límite plástico, suelo natural más 6% cemento más 1% de Sika..... | 120 |
| Tabla 91. | Datos de Límite plástico, suelo natural más 5% cemento más 2% de Sika..... | 121 |
| Tabla 92. | Toma de datos de Proctor modificado - suelo natural más 5% de cemento | 123 |
| Tabla 93. | Toma de datos de Proctor modificado - suelo natural más 6% de cemento | 124 |
| Tabla 94. | Toma de datos de Proctor modificado - suelo natural más 1% de Sika..... | 125 |
| Tabla 95. | Toma de datos de Proctor modificado - suelo natural más 2% de Sika..... | 126 |
| Tabla 96. | Toma de datos de Proctor modificado - suelo natural más 6% de cemento más 1% de Sika..... | 127 |
| Tabla 97. | Toma de datos de Proctor modificado - suelo natural más 5% de cemento más 2% de Sika..... | 128 |
| Tabla 98. | Toma de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 5% cemento..... | 133 |
| Tabla 99. | Toma de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 6% cemento..... | 135 |
| Tabla 100. | Toma de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 1% Sika | 137 |
| Tabla 101. | Toma de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 2% Sika | 140 |
| Tabla 102. | Toma de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 6% de cemento más 1% Sika..... | 142 |
| Tabla 103. | Toma de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 5% de cemento más 2% Sika..... | 145 |
| Tabla 104. | Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N°01 | 148 |
| Tabla 105. | Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata 01 | 149 |
| Tabla 106. | Resultado de Índice plástico – Calicata N°01 | 150 |
| Tabla 107. | Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N° 02 | 150 |
| Tabla 108. | Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata N° 02 | 151 |
| Tabla 109. | Resultado de Índice plástico – Calicata N°02..... | 152 |
| Tabla 110. | Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N°03 | 152 |
| Tabla 111. | Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata N° 03 | 153 |
| Tabla 112. | Resultado de Índice plástico – Calicata N°03 | 154 |
| Tabla 113. | Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N° 04 | 155 |
| Tabla 114. | Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata 04..... | 155 |
| Tabla 115. | Resultado de Índice plástico – Calicata N°04..... | 157 |
| Tabla 116. | Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N° 05 | 157 |
| Tabla 117. | Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata N° 05 | 158 |
| Tabla 118. | Resultado de Índice plástico – Calicata N°05..... | 159 |
| Tabla 119. | Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N° 06 | 159 |
| Tabla 120. | Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata N° 06 | 160 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 121. Resultado de Índice plástico – Calicata N°06 | 161 |
| Tabla 122. Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N° 07 | 161 |
| Tabla 123. Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata N° 07 | 162 |
| Tabla 124. Resultado de Índice plástico – Calicata N°07 | 163 |
| Tabla 125. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°01..... | 164 |
| Tabla 126. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°02..... | 165 |
| Tabla 127. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°03..... | 167 |
| Tabla 128. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°04..... | 169 |
| Tabla 129. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°05..... | 170 |
| Tabla 130. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°06..... | 172 |
| Tabla 131. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°07..... | 174 |
| Tabla 132. Resultados de clasificación del suelo por el método - AASHTO..... | 175 |
| Tabla 133. Resultados de clasificación de suelo por el método - SUCS..... | 176 |
| Tabla 134. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°01 | 176 |
| Tabla 135. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°02..... | 178 |
| Tabla 136. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°03..... | 180 |
| Tabla 137. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°04..... | 181 |
| Tabla 138. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°05..... | 183 |
| Tabla 139. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°06..... | 184 |
| Tabla 140. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°07..... | 186 |
| Tabla 141. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°01 | 188 |
| Tabla 142. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°02 | 192 |
| Tabla 143. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°03 | 196 |
| Tabla 144. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°04 | 200 |
| Tabla 145. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°05 | 204 |
| Tabla 146. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°06 | 208 |
| Tabla 147. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°07 | 211 |
| Tabla 148. Resumen de ensayos de límites de consistencia de las siete calicatas | 215 |
| Tabla 149. Proctor modificado - CBR al 95% con 0.1" - CBR al 100% con 0.1"..... | 216 |
| Tabla 150. Cuadro resumen ensayo granulometría, límites de consistencia, Proctor modificado - CBR al 95% con 0.1" - CBR al 100% con 0.1" | 218 |
| Tabla 151. Procesamiento de datos, límite líquido, suelo natural + 5% de cemento..... | 219 |
| Tabla 152. Procesamiento de Límite plástico, suelo natural más 5% de cemento | 220 |
| Tabla 153. Resultado de Índice plástico, suelo natural más 5% de cemento | 220 |
| Tabla 154. Procesamiento de datos, límite líquido, suelo natural + 6% de cemento..... | 221 |
| Tabla 155. Procesamiento de Límite plástico, suelo natural más 6% de cemento | 222 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 156. Resultado de Índice plástico, suelo natural más 6% de cemento | 222 |
| Tabla 157. Procesamiento de datos, límite líquido, suelo natural más 1% de Sika..... | 223 |
| Tabla 158. Procesamiento de Límite plástico, suelo natural más 1% de Sika..... | 224 |
| Tabla 159. Resultado de Índice plástico, suelo natural más 1% de Sika..... | 224 |
| Tabla 160. Procesamiento de datos, límite líquido, suelo natural más 2% de Sika..... | 225 |
| Tabla 161. Procesamiento de Límite plástico, suelo natural más 2% de Sika..... | 226 |
| Tabla 162. Resultado de Índice plástico, suelo natural más 2% de Sika..... | 226 |
| Tabla 163. Procesamiento de Límite líquido, suelo natural más 6% de cemento más 1% de Sika..... | 227 |
| Tabla 164. Procesamiento de Límite plástico, suelo natural más 6% cemento más 1% Sika..... | 228 |
| Tabla 165. Resultado de Índice plástico, suelo natural más 6% cemento más 1% Sika..... | 228 |
| Tabla 166. Procesamiento de Límite líquido, suelo natural más 5% cemento más 2% de Sika..... | 229 |
| Tabla 167. Procesamiento de Límite plástico, suelo natural más 5% cemento más 2% de Sika..... | 230 |
| Tabla 168. Resultado de Índice plástico, suelo natural más 5% cemento más 2% Sika..... | 230 |
| Tabla 169. Resumen de límites de consistencia suelo natural más los aditivos | 231 |
| Tabla 170. Procesamiento de datos Proctor modificado - suelo natural más 5% de cemento..... | 232 |
| Tabla 171. Procesamiento de datos Proctor modificado - suelo natural más 6% de cemento..... | 234 |
| Tabla 172. Procesamiento de datos Proctor modificado - suelo natural más 1% de Sika..... | 235 |
| Tabla 173. Procesamiento de datos Proctor modificado - suelo natural más 2% de Sika..... | 237 |
| Tabla 174. Procesamiento de datos Proctor modificado - suelo natural más 6% de cemento + 1% de Sika..... | 238 |
| Tabla 175. Procesamiento de datos Proctor modificado - suelo natural más 5% de cemento más 2% de Sika..... | 240 |
| Tabla 176. Resumen de ensayo de laboratorio de Proctor modificado con los aditivos cemento IP más Sika..... | 241 |
| Tabla 177. Procesamiento de datos de ensayo CBR - Suelo natural más 5% cemento | 243 |
| Tabla 178. Procesamiento de datos de ensayo CBR - Suelo natural más 6% cemento | 247 |
| Tabla 179. Procesamiento de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 1% Sika | 250 |
| Tabla 180. Procesamiento de datos ensayo CBR-Suelo natural más 2% Sika | 254 |
| Tabla 181. Procesamiento de datos ensayo CBR - Suelo natural más 6% de cemento más 1% Sika..... | 258 |
| Tabla 182. Procesamiento de datos ensayo CBR - Suelo natural más 5% de cemento más 2% Sika..... | 261 |
| Tabla 183. Resumen de ensayo de laboratorio de CBR con los aditivos cemento IP más Sika..... | 265 |
| Tabla 184. Categoría de la Subrasante-manual de carreteras, sección suelos y pavimentos..... | 266 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-------------------|--|-----|
| Figura 1. | Formas de investigación | 18 |
| Figura 2. | Diseño de ingeniería..... | 21 |
| Figura 3. | Curva de compactación | 27 |
| Figura 4. | Composición vehicular | 46 |
| Figura 5. | Variación diaria - cantidad de vehículos por día..... | 46 |
| Figura 6. | Mapa de la Provincia de la Convención..... | 47 |
| Figura 7. | Tramo Maranura – Mandor-Quillabamba..... | 48 |
| Figura 8. | Reconocimiento de la zona de estudio..... | 49 |
| Figura 9. | Extracción de muestras de las calicatas | 49 |
| Figura 10. | Ensayo de Límite líquido de las 7 calicatas | 56 |
| Figura 11. | Ensayo sobre límite plástico | 61 |
| Figura 12. | Ensayo de Laboratorio Análisis Granulométrico por Tamizado | 67 |
| Figura 13. | Porcentaje pasante por la malla N° 200 | 75 |
| Figura 14. | Porcentaje pasante por la malla N°4 | 76 |
| Figura 15. | Tipo de suelo según porcentaje pasante por la malla N°200..... | 76 |
| Figura 16. | Carta de plasticidad de casa grande | 77 |
| Figura 17. | Cálculo de índice de grupo | 79 |
| Figura 18. | Ensayo de Laboratorio Proctor modificado | 83 |
| Figura 19. | Ensayo de laboratorio de CBR | 93 |
| Figura 20. | Ensayo de Límite líquido más los aditivos | 113 |
| Figura 21. | Ensayo de Límite plástico más los aditivos | 118 |
| Figura 22. | Ensayo de Laboratorio Proctor modificado más los aditivos..... | 123 |
| Figura 23. | Ensayo de laboratorio de CBR – Ensayo de compactación | 130 |
| Figura 24. | Ensayo de laboratorio de CBR – Ensayo de expansión | 131 |
| Figura 25. | Ensayo de laboratorio de CBR – Ensayo de Penetración..... | 131 |
| Figura 26. | Grafica de límite líquido – Calicata N°01..... | 149 |
| Figura 27. | Grafica de límite plástico – Calicata N° 01..... | 150 |
| Figura 28. | Grafica de límite líquido – Calicata N° 02..... | 151 |
| Figura 29. | Grafica de límite plástico – Calicata N° 02..... | 152 |
| Figura 30. | Grafica de límite líquido – calicata N° 03..... | 153 |
| Figura 31. | Grafica de límite plástico – Calicata N° 03..... | 154 |
| Figura 32. | Grafica de límite líquido – Calicata N° 04..... | 155 |
| Figura 33. | Grafica de límite plástico – Calicata N° 04..... | 156 |
| Figura 34. | Grafica de límite líquido – Calicata N° 05..... | 158 |
| Figura 35. | Grafica de límite plástico – Calicata N° 05..... | 159 |

| | | |
|-------------------|--|-----|
| Figura 36. | Grafica de límite líquido – Calicata N° 06..... | 160 |
| Figura 37. | Grafica de límite plástico – Calicata N° 06..... | 161 |
| Figura 38. | Grafica de límite líquido – Calicata N° 07..... | 162 |
| Figura 39. | Grafica de límite plástico – Calicata N° 07..... | 163 |
| Figura 40. | Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°01 | 165 |
| Figura 41. | Grafica de gradación– Calicata N°01 | 165 |
| Figura 42. | Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°02 | 166 |
| Figura 43. | Grafica de gradación– Calicata N°02 | 167 |
| Figura 44. | Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°03 | 168 |
| Figura 45. | Grafica de gradación– Calicata N°03 | 168 |
| Figura 46. | Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°04 | 170 |
| Figura 47. | Grafica de gradación– Calicata N°04 | 170 |
| Figura 48. | Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°05 | 171 |
| Figura 49. | Grafica de gradación– Calicata N°05 | 172 |
| Figura 50. | Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°06 | 173 |
| Figura 51. | Grafica de gradación– Calicata N°06 | 173 |
| Figura 52. | Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°07 | 175 |
| Figura 53. | Grafica de gradación– Calicata N°07 | 175 |
| Figura 54. | Grafica de curva de compactación – Calicata N°01..... | 178 |
| Figura 55. | Gráfica de curva de compactación – Calicata N°02..... | 179 |
| Figura 56. | Gráfica de curva de compactación – Calicata N° 03..... | 181 |
| Figura 57. | Gráfica de curva de compactación – Calicata N°04..... | 182 |
| Figura 58. | Gráfica de curva de compactación – Calicata N°05..... | 184 |
| Figura 59. | Gráfica de curva de compactación – Calicata N°06..... | 185 |
| Figura 60. | Gráfica de curva de compactación – Calicata N°07..... | 187 |
| Figura 61. | Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°01 | 191 |
| Figura 62. | Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°01..... | 191 |
| Figura 63. | Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°02..... | 195 |
| Figura 64. | Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°02..... | 195 |
| Figura 65. | Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°03 | 199 |
| Figura 66. | Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°03..... | 199 |
| Figura 67. | Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°04..... | 203 |
| Figura 68. | Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°04..... | 203 |
| Figura 69. | Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°05 | 207 |
| Figura 70. | Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°05..... | 207 |
| Figura 71. | Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°06..... | 210 |

| | | |
|--------------------|--|-----|
| Figura 72. | Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°06..... | 211 |
| Figura 73. | Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°07..... | 214 |
| Figura 74. | Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°07..... | 214 |
| Figura 75. | Gráfica de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad | 215 |
| Figura 76. | Gráfica de densidad máxima seca y Contenido de humedad óptimo | 216 |
| Figura 77. | Gráfica de CBR al 95% con 0.1" - CBR al 100% con 0.1" | 217 |
| Figura 78. | Gráfica del límite líquido, suelo natural más 5% de cemento | 219 |
| Figura 79. | Gráfica de límite plástico, suelo natural más 5% de cemento | 220 |
| Figura 80. | Gráfica de límite líquido, suelo natural más 6% de cemento | 221 |
| Figura 81. | Gráfica de límite plástico, suelo natural más 6% de cemento | 222 |
| Figura 82. | Gráfica de límite líquido, suelo natural más 1% de Sika | 223 |
| Figura 83. | Gráfica de límite plástico, suelo natural más 1% de Sika | 224 |
| Figura 84. | Gráfica de límite líquido, suelo natural más 2% de Sika | 225 |
| Figura 85. | Gráfica de límite plástico, suelo natural más 2% de Sika | 226 |
| Figura 86. | Gráfica de límite líquido, suelo natural más 6% cemento más 1% de Sika..... | 227 |
| Figura 87. | Gráfica de límite plástico, suelo natural más 6% cemento más 1% Sika | 228 |
| Figura 88. | Gráfica de límite líquido, suelo natural más 5% cemento más 2% de Sika..... | 229 |
| Figura 89. | Gráfica de límite plástico, suelo natural más 5% cemento más 2% Sika | 230 |
| Figura 90. | Resumen de límites de consistencia con los aditivos, cemento IP y Sika | 231 |
| Figura 91. | Gráfica de Proctor modificado, suelo natural más 5% cemento..... | 233 |
| Figura 92. | Gráfica de Proctor modificado, suelo natural más 6% cemento..... | 235 |
| Figura 93. | Gráfica de Proctor modificado, suelo natural más 1% Sika | 236 |
| Figura 94. | Gráfica de Proctor modificado, suelo natural más 2% Sika | 238 |
| Figura 95. | Gráfica de Proctor modificado, suelo natural más 6% cemento más 1% Sika | 239 |
| Figura 96. | Gráfica de Proctor modificado, suelo natural más 5% cemento más 2% Sika | 241 |
| Figura 97. | Resumen de ensayo de laboratorio, con los aditivos cemento IP más Sika..... | 242 |
| Figura 98. | Gráfica de CBR vs Densidad seca – Suelo natural más 5% cemento..... | 246 |
| Figura 99. | Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Suelo natural más 5% cemento | 246 |
| Figura 100. | Gráfica de CBR vs Densidad seca – Suelo natural más 6% cemento..... | 249 |
| Figura 101. | Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Suelo natural más 6% cemento | 250 |
| Figura 102. | Gráfica de CBR vs Densidad seca – Suelo natural más 1% Sika..... | 253 |
| Figura 103. | Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Suelo natural más 1% Sika..... | 253 |
| Figura 104. | Gráfica de CBR vs Densidad seca – Suelo natural más 2% Sika..... | 257 |
| Figura 105. | Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Suelo natural más 2% Sika..... | 257 |
| Figura 106. | Gráfica de CBR vs Densidad seca – Suelo natural más 6% de cemento más 1% Sika..... | 260 |

| | |
|--|-----|
| Figura 107. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Suelo natural más 6% de cemento más 1% Sika..... | 261 |
| Figura 108. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Suelo natural más 5% de cemento más 2% Sika..... | 264 |
| Figura 109. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Suelo natural más 5% de cemento más 2% Sika..... | 264 |
| Figura 110. Resumen de ensayo de laboratorio, con los aditivos cemento IP más Sika..... | 265 |

RESUMEN

La construcción de carreteras es una de las actividades de vital importancia para satisfacer la necesidad de transporte (transporte de productos, transporte de materiales, transporte de pasajeros, y otros); a lo largo de los años la construcción de carreteras ha ido mejorando significativamente debido a la innovación de las tecnologías constructivas, y con la adición de algunos productos (aditivos) se mejora la calidad de la subrasante, sub base y base logrando mayor durabilidad de las vías de comunicación terrestre.

La capacidad de soporte de California (CBR), es un parámetro que juntamente con los límites de Atterberg permite definir si un material es adecuado para ser usado como subrasante, sub base o base; siendo necesario para el cálculo del CBR conocer su densidad máxima y humedad óptima de los materiales, valores que se obtienen por medio del ensayo de Proctor modificado.

Con el método de los formatos de límites de Atterberg, Proctor modificado y capacidad de soporte de California (CBR), aplicamos las siguientes combinaciones en distintos porcentajes, suelo natural más cemento tipo IP (5%,6%), aditivo Sika Dust Seal Pe (1% y 2%) con las siguientes combinaciones: 6% Cemento IP más 1% Sika, 5% Cemento más 2% Sika. En este estudio de investigación se busca analizar la capacidad de soporte de California, grado de compactación y límites de consistencia con la adición de cemento tipo IP (tipo de cemento 1 puzolánico) más aditivo SIKADUST Seal PE, para ello se adiciona al suelo natural cemento y Sika Dust Seal Pe en diferentes porcentajes, así como también, la combinación de suelo natural más los aditivos mencionados anteriormente, en los ensayos de límites de consistencia el suelo natural tiene 3.56% de Índice de plasticidad, con la adición de 5%, 6%, Sika en 1%,2% y las combinaciones, el Índice plasticidad se incrementa hasta un máximo de 9.94%, por otra parte, en los ensayos de compactación al adicionar al suelo natural 5% y 6% de cemento, 2 % de Sika y 6% de cemento más 1% de Sika el peso específico se incrementa en un promedio de 2.27 gr/cm³, ahora bien, disminuye cuando se le adiciona al suelo natural 1% de Sika y 5% de cemento más 2% de Sika en un promedio de 2.22%, respecto al peso específico de suelo natural que es de 2.25 gr/cm³, de igual manera en los ensayos de soporte de California CBR, los valores de CBR de 0.1” al 95% de la densidad máxima seca por cada combinación, en el cual se puede observar que la combinación **suelo natural más 1% de Sika** tiene un valor de 20.149%, así como al 100% de la densidad máxima seca nos da como resultado de 36.622%, los cuales son valores mínimos, igual estaría en la categoría de la **subrasante muy buena** según la manual de carreteras que nos indica que CBR mayores o iguales a 20% pero menores a 30%. De la misma manera nos muestra los valores de CBR de 0.1” al 95% de la densidad máxima seca, se puede apreciar la combinación de suelo natural más 6% de cemento IP con 1% de Sika, un valor de 29.918%, así como al 100% de la densidad máxima seca nos da como resultado de 89.323% que serían valores máximos, el cual estaría en la **categoría de Sub rasante Excelente** que según manual

de carretas nos indica que deben ser CBR mayores o iguales a 30%. Con ello demostramos que la adición de aditivos mejora la estabilidad de la sub rasante.

PALABRAS CLAVES: Relación de Soporte de California, Proctor modificado, límites de consistencia, índice plasticidad, densidad máxima seca, estabilización de suelos, mejoramiento de subrasante.

ABSTRACT

In the construction of roads, it is one of the activities of vital importance to satisfy the need to transport products, public transport to pedestrian, over the years the construction of roads has been improving significantly due to the improvement of the subgrade, sub base and base with the addition of some additives in order to increase the quality and durability of land communication routes. Therefore, this research study seeks to improve the support capacity of California, degree of compaction and consistency limits with the addition of IP type cement plus SIKA DUST Seal PE additive, for this cement and Sika Dust Seal Pe were added to the natural soil. in different percentages, as well as the combination of natural soil plus the additives mentioned above, in the consistency limit tests the natural soil has 3.56% Plasticity Index, with the addition of 5%, 6%, Sika in 1% .2% and combinations, the Plastic Index increases to a maximum of 9.94%, as well as in the compaction tests by adding 5%, 6%, 2% of Sika and 6% of cement plus 1% of Sika. specific weight increases by 2.27 gr/cm³, as well as decreases when 1% Sika and 5% cement plus 2% Sika are added to the natural soil by an average of 2.22%, with respect to the specific weight of natural soil that is 2.27 gr/cm³, likewise in the California CBR support tests, the CBR values of 0.1” at 95% of the maximum dry density for each combination, in which it can be observed that the natural soil combination more 1% of Sika has a value of 20.149%, and at 100% of the maximum dry density it gives us a result of 36.622%, which are minimum values, it would still be in the very good subgrade category according to the road manual. which indicates that CBR greater than or equal to 20% but less than 30%. In the same way, it shows us the CBR values of 0.1” at 95% of the maximum dry density, you can see the combination of natural soil plus 6% IP cement with 1% Sika, a value of 29.918%, as well as At 100% of the maximum dry density it gives us a result of 89.323%, which would be maximum values, which would be in the category of Excellent Subgrade, which according to the cart manual indicates that they must be CBR greater than or equal to 30%. With this we would be demonstrating that with the addition of additives we improve the stability of the subgrade.

KEY WORDS: California Support Ratio, modified Proctor, limits of consistency, plastic index, maximum dry density, soil stabilization, subgrade improvement.

INTRODUCCIÓN

El 75,1% de la Red Vial Regional en la Macro Región Sur no está pavimentado, equivalente a 6,496 kilómetros, de un total de 8,648.4 kilómetros, advierte un informe del Centro de Investigación Empresarial (CIE) de PERUCÁMARAS

Así, solo el 24,9% de las carreteras departamentales en esta parte del país está pavimentado (2,152.4 kilómetros). La Red Vial Regional o Departamental (RVR) está a cargo de los Gobiernos Regionales.

Del total de carreteras no pavimentadas en esta red, el 78,8% se encuentra afirmado, el 13,3% sin afirmar y el 7,9% es trocha. Las regiones con mayores porcentajes de carreteras afirmadas son Tacna (98,5%) y Puno (96,9%), y las que más cuentan con trocha son Madre de Dios y Moquegua (25,9% en cada caso).

En Cusco el 20,1% de la Red Vial Regional está pavimentado, de un total de 2,802.7 kilómetros. En lo que respecta a la Red Vial Vecinal o Rural, solo el 2,4% se encuentra pavimentado, de 12,666.1 kilómetros.

En la actualidad lograr una adecuada sub rasante en las vías intervenidas, viene originando movimiento de tierras de gran volumen, acciones que genera afectación al medio ambiente, ya sea por la explotación de canteras de suelos o por el uso de áreas de depósito de material excedente, generando problemas ambientales y costos elevados.

La poca difusión de la estabilización de material de sub rasante versus el costo total a mediano plazo del procedimiento de reemplazo de la capa de sub rasante, hace que las alternativas de estabilización no sean de aceptación inmediata como alternativa de solución para sub rasantes de mala calidad o de características inaceptables.

Es importante buscar nuevas alternativas de estabilización del suelo para la construcción de vías terciarias y secundarias, debido a que, invierten pocos recursos para su construcción y rehabilitación, como consecuencia de esto, la red vial terciaria del país se encuentra en mal estado, dado que, se utilizan agregados sin tratar y en la actualidad los requisitos establecidos por las normas vigentes del MTC son para estabilizantes de altos costos.

La presente investigación se va analizar en qué medida la adición del cemento tipo IP más el aditivo SIKA DUST Seal PE determina la estabilización del suelo de la subrasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera Mandor – Maranura, el cual se divide en cuatro capítulos ordenados de la siguiente manera:

Capítulo I, en que se desarrolla el planteamiento del estudio, realizando la identificación del problema, se definen los objetivos, se determinan las variables, y se plantean las hipótesis del estudio.

Capítulo II, destinado al Marco Teórico en el cual describimos los antecedentes de nuestra investigación y conceptualizamos el contexto en el cual desarrollaremos el estudio.

Capítulo III, en el cual se define la metodología y procedimientos de nuestra investigación, definiendo y desarrollando los instrumentos a ser utilizados.

Capítulo IV, en el cual se presenta los Resultados, y mediante las conclusiones y recomendaciones se da a conocer la discusión realizada en el marco de hipótesis planteada, mediante gráficos y comentarios descriptivos.

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. PLANTEAMIENTO Y LA FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. Planteamiento de problema

Es importante buscar nuevas alternativas de estabilización del suelo para la construcción de vías terciarias y secundarias, debido a que se invierten pocos recursos para su construcción y rehabilitación, en consecuencia, la red vial terciaria del país se encuentra en mal estado, ya que se utilizan agregados sin tratar y en la actualidad los requisitos establecidos por la norma técnica peruana son para estabilizantes de altos costos.

En la actualidad no se cuenta con una normatividad que incentive la búsqueda de nuevos materiales y estos a su vez que tengas unos requisitos a cumplir como materiales alternativos para la estabilización de suelos, cuando hoy en día existen gran cantidad de residuos de las industrias y estos solo son desechados y que podrían ser reutilizados como materiales estabilizantes para los suelos.

En la estabilización de suelos se han utilizado diferentes residuos provenientes de las industrias, donde se obtuvieron resultados ambientalmente viables y requisitos mecánicos, físicos y químicos satisfactorios, lo que ha dado como resultado productos alternativos como estabilizantes de los suelos para ser utilizados en la construcción vial.

En Colombia se hizo la investigación de, Análisis del mejoramiento de un suelo de subrasante con un aditivo orgánico “(...) En Colombia la red vial terciaria está constituida en material de afirmado y se encuentra en un estado crítico por falta de mantenimiento rutinario debido a los bajos recursos de inversión para la infraestructura vial terciaria.” (1)

En el Perú en la región Pasco se hizo la investigación de, estabilización de Suelos con Aditivo Proes, Caso: Centro Poblado Aurora Alta, 2021, “Al pasar los años se desarrollaron muchas formas de dar solución ante un problema de suelos inestables, uno de los caminos correctos es estabilizar el suelo para evitar daños en el terreno, que originan la intransitabilidad de vehículos.” (2)

En el Perú en la región de Apurímac se hizo la investigación de Aplicación de aceite sulfonato para mejorar la subrasante en la avenida “la cultura” distrito de Pacucha, Andahuaylas, Apurímac – 2020 “(...) La estructura de la avenida “La Cultura”, del distrito de Pacucha se encuentra en mal estado, estos son de tierra compacta, que, en épocas de lluvia se convierten en lodo y barro, dificultando el desplazamiento de peatones y vehículos. Esta vía es de constante flujo vehicular la presencia de charcos de agua, lodo y barro originan la proliferación de zancudos y otros insectos que son causantes de más de una enfermedad. Así mismo, en épocas secas, las partículas de polvo que levantan los carros al pasar por la vía vienen causando en la población 14 enfermedades dérmicas y respiratorias.

En la visita “in situ” de dichas calles, se ha constatado la existencia de gran cantidad de desmontes, polvaredas, lodos, etc., y en ciertos tramos se observan restos de aguas estancadas.” (3)

En la carretera cooperativa agraria cafetalera en la localidad de Mandor distrito de Maranura, en la Provincia de la Convención, hay deficiencia en la estabilización del suelo, esta a su vez genera problemas de tránsito, tales como mayores costos en los mantenimientos de los vehículos, riesgos en la circulación de los vehículos por las condiciones de la carretera que se encuentran, como también ocasionando problemas de salud, como dermatitis y problemas de la vías respiratorias, así como también problemas de acumulación de polvo en sus cultivos, de igual manera acarreado enfermedades de malaria, dengue por la acumulación de agua en los charcos en toda la trayectoria de la carretera, debido al mal estado en que se encuentra.

Por ello en este trabajo de investigación al adicionar cemento al 5% y 6% y aditivo Sika 1% y 2%, se variará las propiedades del suelo referentes a su índice de plasticidad, densidad seca máxima y CBR al 95%; logrando soluciones técnicas óptimas y económicas para el uso de los suelos naturales de baja calidad, que sean viables en comparación a la estabilización por reemplazo, acción comúnmente utilizada a la fecha.

1.1.2. Formulación de problema

1.1.2.1. Problema general

¿En qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE. determina la estabilización del suelo de la sub rasante de la carretera Cooperativa Agraria Cafetalera - Mandor; - Maranura, La Convención – Cusco - 2023?

1.1.2.2. Problemas Específicos

- ❖ ¿En qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE determina la plasticidad del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera - Mandor - Maranura, La Convención – Cusco – 2023?
- ❖ ¿En qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo Sika, determina el grado de compactación de la subrasante en el grado de compactación del suelo de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera -Mandor; - Maranura, - La Convención – Cusco - 2023?
- ❖ ¿En qué medida influye el cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, determina el CBR del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera - Mandor; - Maranura, - La Convención – Cusco – 2023?

1.1.3. Determinación de objetivos

1.1.3.1. Objetivo General

Analizar en qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE determina la estabilización del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera – Mandor, Maranura - La Convención – Cusco - 2023.

1.1.3.2. Objetivos Específicos

- ❖ Analizar en qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE determina la plasticidad del suelo de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera- Mandor, Maranura, La Convención – Cusco - 2023.
- ❖ Analizar en qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE, determina el grado de compactación del suelo de subrasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera -Mandor, Maranura - La Convención – Cusco – 2023.
- ❖ Analizar en qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE, determina el CBR del suelo de la sub rasante de la carretera Cooperativa Agraria Cafetalera – Mandor - Maranura - La Convención – Cusco – 2023

1.1.4. Justificación e importancia de estudio

1.1.4.1. Justificación Teórica

La investigación actual busca datos sobre los efectos de la adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE sobre el suelo de la sub rasante de la carretera, en lo que se requiere a sus propiedades (Límite plástico, grado de compactación y CBR) en la cooperativa agraria cafetalera - Mandor – Maranura – La convención – Cusco - 2023.

1.1.4.2. Justificación aplicativa o practica

Se pretende determinar si la adición de cemento Portland tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE mejora las propiedades de la sub rasante de la carretera, así, como también no; debido a que se pretende obtener un mejor resultado de la capacidad portante del suelo sin incrementar el costo.

1.1.4.3. Justificación académica

Las investigaciones futuras que buscan mejorar las propiedades de la sub rasante se beneficiarán de esta investigación.

1.1.4.4. Justificación social

El presente estudio sirve para mejorar el proceso de la globalización de la economía mundial, los países en vía de desarrollo enfrentan un gran reto de competitividad, para lo cual Perú no es ajena y

debe implementar políticas públicas, que generen un gran impulso en dirección de mejorar la red vial terciaria del país. Teniendo en cuenta lo anterior, se ha creado dentro del Plan nacional de infraestructura (2017-2018) Con el objetivo principal de apuntar hacia la meta para mejorar el transporte local, con la asignación de recursos para el mantenimiento y mejoramiento de la red vial terciaria, para que las personas tengan facilidad de acceso a servicios de salud educación, y con ello elevar su nivel de vida, así mismo sus productos agropecuarios tengan la facilidad de llegar a los mercados locales más cercanos, en el aspecto económico se pretende mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona beneficiada.

1.1.5. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

1.1.5.1. Hipótesis General

La adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, incide positivamente en la estabilización del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera – Mandor - Maranura -La Convención – Cusco - 2023.

1.1.5.2. Hipótesis Especificas

- a) La adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, modifica positivamente en la plasticidad del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera – Mandor- Maranura- La Convención – Cusco - 2023.
- b) La adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, altera positivamente en el grado de compactación del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera, Mandor – Maranura, La Convención – Cusco - 2023.
- c) La adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, incide positivamente en el CBR del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera - Mandor - Maranura - La Convención – Cusco - 2023.

1.2. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

1.2.1. Variable Independiente

Cemento Portland Tipo IP: El cemento Portland es un tipo de cemento hidráulico que se usa en la construcción y su principal característica es que, al entrar en contacto con el agua, se endurece y se fragua. Gracias a esta reacción obtendremos un material que mejorará las propiedades aglutinantes del suelo. Para el estudio de esta variable se dosifica el cemento en porcentajes de 5 y 6% del peso del material y se pasara a mezclar en seco para luego comprimirlo en la maquina fabricada artesanalmente.

Aditivo SIKA DUST SEAL PE: “Sika® Dust Seal PE es un compuesto a base a biopolímeros de origen natural con excelentes propiedades aglomerantes destinadas al control de polvo en caminos no pavimentados y otras áreas sujetas a emisión de material particulado. Sika® Dust Seal PE posee además propiedades para estabilizar suelos produciendo una superficie resistente y durable Sika® Dust Seal PE puede ser usado en taludes y como protección contra la erosión en zonas rurales y desérticas.” (4)

1.2.2. Variable Dependiente

Propiedades del suelo

Estabilización del suelo de subrasante: La estabilización del suelo es un término general que designa cualquier método físico, químico, mecánico, biológico o combinado para modificar un suelo natural con el fin de cumplir un objetivo de ingeniería.

“La mejora de las propiedades de ingeniería incluye el aumento de la capacidad de soportar peso, la resistencia a la tracción y el rendimiento general de los subsuelos, arenas y materiales de desecho in situ.” (5)

Plasticidad del suelo: Se denomina plasticidad a la propiedad que presentan algunos suelos de modificar su consistencia (o, dicho de otra forma, su resistencia al corte) en función de la humedad. Existe una correspondencia entre la plasticidad de un suelo y su cohesión.

El índice de plasticidad se expresa con el porcentaje del peso en seco de la muestra de suelo, e indica el tamaño del intervalo de variación del contenido de humedad con el cual el suelo se mantiene plástico

Grado de compactación: El grado de compactación es determinado por la razón entre la densidad seca del suelo mejorado y la densidad seca máxima del suelo natural obtenida a través de un ensayo Proctor en un laboratorio.

El ensayo Proctor estándar persigue determinar la densidad seca máxima de un suelo y la humedad óptima necesaria para alcanzar esta densidad.

Resistencia al soporte del suelo (CBR): El CBR no es una constante del suelo, sino un indicador de la resistencia al corte del suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, obtenidas del ensayo de compactación del Proctor Modificado.

El Ensayo CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) es un parámetro del suelo que cuantifica su capacidad resistente como subrasante, sub base y base en el diseño de pavimentos. Es un ensayo empírico que se efectúa bajo condiciones controladas de humedad y densidad.

1.3. Limitaciones y delimitaciones de la investigación

Limitaciones de tiempo o plazo para realizar el estudio completo: El tiempo programado para la realización del análisis está en relación directa a la muestra analizada, lo que permite un análisis adecuado de los resultados obtenidos.

Limitaciones presupuestarias: Al realizar el estudio en una muestra preestablecida permite reducir costos para poder realizar los trabajos de campo, siendo los costos económicamente manejables, así mismo al acceder a equipos de estudio de mecánica de suelos por ser trabajador de laboratorio dedicado al rubro de suelos, se redujo al mínimo la limitación al acceso de equipos especializados. En lo referente al acceso del aditivo esta limitación se salvó viajando a la ciudad de Lima y contactando con distribuidores de mayor cobertura en la cual se logró la compra del aditivo en volumen y precio accesible.

Limitaciones de alcance geográfico: Las técnicas de investigación permiten realizar estudios tomando muestras de un universo, así mismo para que los estudios sean manejables, las técnicas de investigación indican que se deben de limitar el ámbito de estudio, no siendo recomendables abarcar universos muy extensos, ya que los resultados pueden ser muy divergentes debido a factores externos.

Limitaciones climáticas: Una buena programación de los trabajos de investigación permiten manejar las condiciones climatológicas, en nuestro caso específico programamos realizar los trabajos de campo en época de ausencia de lluvias (de abril a julio), con lo que pudimos salvar las limitaciones climatológicas.

Limitaciones técnicas: En nuestra formación académica recibimos por parte de nuestros docentes todo el conocimiento teórico práctico de las pruebas y ensayos programadas en la presente investigación; y como se indicó al estar laborando en un laboratorio de suelos logramos mayor experticia en la realización de las pruebas y ensayos con lo cual minimizamos la limitación sobre el conocimiento y experticia para hacer las pruebas avanzadas.

Delimitación espacial: Tomando como referencia la localidad de Maranura nuestro estudio se inicia en el km 5+000 en el sector denominado Mandor, hasta el km 8+000 en el sector denominado Ccollpani; por lo cual se tiene un universo de 3.00 km de una carretera en estudio.

Delimitación espacial: La investigación se programó realizar desde enero del 2023 a noviembre de mismo año.

Delimitación espacial: Se realizaron calicatas en una profundidad de 1.50m en promedio tal como indica las normas del MTC. De donde se extrajeron las muestras para realizar las pruebas y ensayos en el laboratorio.

Delimitación de los tipos de suelo: Se trabajo con el suelo que presento menor CBR por ser la finalidad del estudio evaluar el mejoramiento de la subrasante con la adición del cemento y aditivo Sika.

Delimitación de los parámetros a estudiar: El parámetro que se evalúa es el CBR siendo los otros parámetros como plasticidad, densidad, granulometría características del material evaluado, pero no sujetos de evaluación.

Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

| TIPO DE VARIABLE | VARIABLE | DIMENSIONES | DEFINICIÓN OPERACIONAL | INDICADORES | UNIDAD |
|------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|---|--|-------------------------|
| Independientes: | CEMENTO PORTLAND TIPO IP | DOSIS DE CEMENTO | Es una parte que se le agrega al suelo de la sub rasante y se mezcla en la humeada natural, previo al riego y compactado para la conformación de la sub rasante, en forma de polvo en porcentajes definidos (5% y 6%) | % de adición de cemento (con respecto al peso seco de la muestra) | % |
| | ADITIVO SIKA DUST SEAL PE | DOSIS DE ADITIVO | Es una parte que se le agrega al suelo de la sub rasante, por medio del agua de riego previo al compactado, y conformación de la sub rasante, en forma de líquida en porcentajes definidos (1% y 2%) | % de adición de aditivo (con respecto al porcentaje de humedad óptima de la muestra) | % |
| Dependientes. | ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE | PLASTICIDAD DEL SUELO | Es la propiedad del suelo de modificación de su consistencia en relación directa a su contenido de humedad. | % de humedad del Límite Plástico % de humedad del Límite Líquido Índice de Plasticidad | % % % |
| | | GRADO DE COMPACTACIÓN | Es la relación entre la densidad seca del suelo y la densidad seca máxima obtenida por el ensayo de Proctor | Densidad máxima seca suelo natural Humedad densidad máxima suelo natural | gr/cm ³ % |
| | | | | Densidad máxima seca del suelo mejorado Humedad densidad máxima suelo mejorado | gr/cm ³ % |
| | | RESISTENCIA AL SOPORTE DEL SUELO CBR | Resistencia al corte del suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas. | Ensayo del CBR suelo mejorado | % |

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes a nivel internacional

En Tailandia, VOOTTIPRUEX, Panich, et al (2022) indican en su investigación “Stabilization of Soft Clay Using Perlite Geopolymer Activated by Sodium Hydroxide”; El objetivo era mejorar el suelo de arcilla blanda mediante el uso de geopolímero de perlita activado con hidróxido de sodio, los resultados obtenidos dieron, que estabilizar el suelo con geopolímero de perlita es efectivo así, aumentando su resistencia, así llegando a la conclusión de que el suelo estabilizado con geopolímero de perlita muestra una microestructura más fuerte y densa. (6)

Esta investigación presenta estabilización de arcilla blanda utilizando geo polímero de perlita activado por hidróxido de sodio, La arcilla blanda se estabilizó mezclándola con PG al 10, 20, 30, 40 y 50% del peso seco del suelo. Las muestras se curaron a 25 y 70 °C durante 7, 14 y 28 días. el cual permitirá hacer una comparación entre los hallazgos de la investigación actual.

En la India, Sahoo y Prasad Singh (2022) indican en su investigación llamado “Strength and Durability Properties of Expansive Soil Treated With Geopolymer and Conventional Stabilizers”; el objetivo del estudio fue tratar el suelo con geopolímero a base de escoria, cemento Portland y cal hidratada buscando mejorar las propiedades de resistencia y durabilidad, obteniendo como resultado que estabilizar con geopolímero a base de escoria fue eficaz en suelos expansivos, llegando a la conclusión que estabilizar el suelo con geopolímero incrementa más la resistencia y durabilidad, que estabilizando con estabilizadores convencionales. (7)

En Malasia, Ezreig & et al. (2022) indican en su investigación llamado “Hydrophobic Effect of Soil Stabilization for a Sustainable Subgrade Soil Improvement”; como objetivo tuvieron que mejorar los suelos de laterita mediante el uso del químico de caltita hidrofóbica en diferentes cantidades (3%, 5% y 7%) junto con un 5 % de cemento. Sus resultados muestran de manera positivo en cantidad en el comportamiento de soporte de california (CBR) por la incorporación de caltita hidrofóbica en el cemento, concluyendo que al incorporar caltita hidrofóbica y el cemento, aumentan la resistencia y disminuyen la absorción de agua, superando así los problemas en la estabilización. (8)

En Irak, Rkaby, A. et al. (2022) indican en su investigación denominada “Strength, Durability, and Microstructures Characterization of Sustainable Geopolymer Improved Clayey Soil”; se planteó como objetivo la evaluación de las propiedades mecánicas, así como la durabilidad y la microestructura de suelo arcilloso por medio de la estabilización con cenizas de carbón y un activador alcalino de solución de silicato de sodio, los resultados mostraron alta resistencia en las muestras tratadas con geopolímero en ambientes de cloruros y ácidos, llegando a concluir que al usar como estabilizador de suelos un aglutinante de geopolímero de cenizas de carbón es una alternativa válida. (9)

En Egipto, Tan, E. et al. (2022) indican en su investigación denominada “Testing the Strengths of Sandstone Aggregates Stabilized with Cement and Styrene-Butadiene Latex Copolymer for Road Subbase Applications”; cuyo objetivo fue el mejorar la resistencia de la subbase estabilizándolo con combinaciones de cemento Portland ordinario, cemento Portland compuesto y copolímero de látex de estireno-butadieno, obteniendo como resultado de la combinación del 3% de cemento y 0,75% del polímero, produciendo así el valor más alto de soporte de California (CBR) que excedió significativamente el 30% llegando a ser 7 veces mayor a las muestras en estado natural, concluyendo que mejoró potencialmente el desarrollo de la resistencia de la subbase estabilizada con la mezcla de polímero y cemento. (10)

En China, LEI, Huayang, et al. (2020) indican en su investigación denominada “Stabilization Effect of Anionic Polyacrylamide on Marine Clay Treated with Lime”; indican como objetivo principal determinar el efecto del poliácridamida aniónica (APAM) sobre la arcilla marina tratada, donde sus resultados revelaron que aumentando la dosis de APAM, su acción de estabilizador primero mejoró y luego se debilitó, llegando a concluir que para la estabilización de la arcilla marina con el método de tratamiento APAM/cal es eficiente siempre y cuando se seleccione una dosis adecuada de APAM. (11)

En Irán, Sarli et al. (2020) indican en su investigación denominada “Stabilizing Geotechnical Properties of Loess Soil by Mixing Recycled Polyester Fiber and Nano-SiO₂”; cuyo objetivo fue examinar las consecuencias de agregar la fibra de poliéster reciclada y nano-SiO₂ sobre las propiedades del suelo y la resistencia al cizallamiento, los resultados obtenidos demostraron que disminuyó la densidad seca máxima del limo fino estabilizado, mientras que mediante la adición de poliéster reciclado y nano-SiO₂ subió el contenido óptimo de agua, concluyendo que adicionando el poliéster reciclado y Nano-SiO₂ mejora las propiedades de resistencia del suelo limo fino, proporcionando el 33% y 50% respectivamente. (12)

En Indonesia, Faray & Rahayu (2020) indican en su investigación denominada “Durability and strength improvement of clayshale using various stabilized materials”; su objetivo principal es frenar el degradación proponiendo la estabilización de suelos empleando cal, cemento y cenizas de cascarilla de arroz, el resultado se mostró que cada una de las combinaciones de la mezcla tiene una potencia y respuesta diferente, llegándose a concluir que el cemento mejoró su resistencia en ambientes húmedos, así incrementando significativamente en la resistencia a la compresión no confinada, mientras la adición de cal no incremento considerablemente la durabilidad y la resistencia a la compresión, sin embargo la reacción de la mezcla de ceniza con cáscaras de arroz y cal llegó a disminuir la resistencia a la compresión sin confinar pero llegando aumentar la durabilidad. (13)

En indonesia, Zaika & Suryo (2020) indican en su investigación denominada “The durability of lime and rice husk ash improved expansive soil”; se tuvo como objetivo investigar la cal y ceniza de cáscara de arroz (RHA) como agentes estabilizadores, los resultados demostraron que la combinación de 4% de cal y 6% de RHA produce que el valor de soporte de California (CBR) del suelo estabilizado sea mayor que el del suelo natural, concluyendo que la combinación mostro una durabilidad a los cambios ambientales y también tiene un efecto sobre la resistencia y el potencial de hinchamiento de los suelos expansivos. (14)

En Portugal, Cuisinier & et al. (2020) indican en su investigación denominada “Mechanical Properties and Microstructure of Soils Treated With a Vinyl-based Copolymer”; como objetivo principal caracterizar el cambio de las propiedades mecánicas y la microestructura del suelo estabilizado con copolímero de base vinílica, sus resultados llegaron a mostrar y concluir que el suelo estabilizado con copolímeros mejoro significativamente su resistencia. (15)

En Malasia, Nujid et al. (2019) indican en su investigación denominada “Correlation between California bearing ratio (CBR) with plasticity index of marine stabilizes soil with cockle shell power”; el fin fue investigar el potencial del polvo de cáscara de berberecho como estabilizador del suelo basado en el porcentaje añadido en la prueba de valor de soporte de California (CBR), los resultados mostraron un incremento en la gravedad específica y un decremento en el índice plástico, concluyendo que al añadir el 2,5% del polvo de cáscara de berberecho (CSP) en el suelo marino mostro una buena correlación del valor de soporte de California (CBR) y del IP incrementando la resistencia del suelo que se puede utilizar como sustituto de la capa de subrasante. (16)

En Suecia, Al-Ansari et al. (2019) indican en su investigación llamado “A comparative evaluation of cement and by-product petrit T in soil stabilization”; El objetivo fue presentar una

comparación de la efectividad del cemento y del aglutinante Petrit T para modificar y mejorar el suelo de grano fino, arrojando como resultado que el cemento y la adición de pequeñas cantidades de Petrit T ayuda a mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo limo arenoso arcilloso (saclSi). (17)

En Brunei Darussalam, Hadi & et al. (2019) indican en su investigación denominada “Compaction and Strength Properties of Road Subbase Infused With a Latex Copolymer”; el objetivo es investigar el potencial para la estabilización y mejora de las características del suelo de la base de una carretera mediante la adición de copolímero de látex no peligrosa, los resultados mostraron que al adicionar un 0,5% de copolímero duplicó la resistencia, Sin embargo, si aumenta más del 0,5%, su resistencia disminuye. (18)

En Turquía, Bozyigit & et al. (2019) indican en su investigación denominada “Utilization of a Vinyl Based Copolymer for Improvement of a Kaolin Type Clay”; El objetivo era mejorar la resistencia del suelo arcilloso estabilizando con un geo polímero comercial, demuestran que el geo polímero tiene un impacto significativo en la temperatura, además que incrementando el contenido del geo polímero reduce el contenido de humedad generando un pequeño aumento en su resistencia, concluyendo que la temperatura tiene un impacto en la etapa de preparación incrementando su resistencia. (19)

En Malasia, Law & et al. (2018) indican en su investigación denominada “Strength Characteristics of Artificial Organic Soils Stabilized With Copolymer Stabilizer”; su objetivo principal es usar un copolímero de acetato de vinilo-etileno para estabilizar un suelo con material orgánico (material con caolín: relación de ácido orgánico de 5:5 y 7:3), los resultados mostraron que aplicando un 7,5% y 10% del copolímero de acetato de vinilo-etileno, la estabilización alcanzo un pequeño incremento de resistencia del suelo tratado.. (20)

2.1.2. Antecedentes a nivel nacional

Sulla (2018), indican en su investigación “Evaluación De La Aplicación Del Polímero Sika Dust Seal PE En Caminos No Pavimentados, Intersección AV. San Luis y Cuadra 1 – Palian – Huancayo 2017”; como objetivo es evaluar la aplicación del producto Sika Dust Seal PE en caminos no pavimentados, se obtuvo como resultado que al incorporar el aditivo incrementa su capacidad de soporte en un 13,9% más, para una dosificación de 20 L/m³ en comparación del material sin aditivo, concluyendo además que se aumentó la durabilidad, cohesión y a la vez genera menor desgaste por erosión a causa de las lluvias. (21)

Chinchay (2018), indican en su investigación “Influencia Del Aditivo Sika Dust Seal Como Agente Estabilizador De Suelos En La Trocha Carrozable Tramo La Serma – Tambillo – Jaén, Cajamarca”; el objetivo principal es determinar la influencia del aditivo Sika Dust Seal como agente estabilizador de suelos en la trocha carrozable del tramo en estudio, se obtuvo como resultado que el aditivo como agente estabilizador aumenta el valor de soporte de California (CBR) a un 95%, alcanzando valores mayores al 19%, concluyendo además que la dosificación óptima para el incremento del CBR es 0.30lt/m³ de aditivo. (22)

Nesterenko (2018), indican en su investigación “Desempeño De Suelos Estabilizados Con Polímeros En Perú”; El objetivo es definir el procedimiento constructivo de estabilización de suelos mediante la utilización de polímeros incorporando variables propias del contexto como, los tipos de equipos de ejecución y el rendimiento constructivo, Según sus resultados, los procesos de curados de 28 días en comparación con los de 4 días mostraron un aumento en el porcentaje del valor de soporte de California (CBR) en todos los suelos. También concluí que estabilizar el suelo con polímeros mejora sus características y funciona mejor para suelos con $IP \geq 9$. Además, el polímero poliacrilamida-PAM aumentó el valor de soporte de California (CBR) en promedio por encima del 20% en comparación con los suelos en estado. (23)

Coronado (2020) indican en su investigación denominada “Estabilización De Suelos Granulares No Cohesivos De Lambayeque Aplicando Bacterias Calcificantes”; tuvo como objetivo aplicar bacterias calcificantes para estabilizar el suelo de tipo granular no cohesivo, con el objetivo de reducir los espacios vacíos, la permeabilidad y aumentar la capacidad de soporte. Los resultados del carbonato de calcio producido por la acción de las bacterias calcificantes aumentaron de 0,32% a 5,44%, concluyendo que el uso de bacterias calcificantes ayuda a estabilizar y desarrollar las propiedades físico-mecánicas de suelos que no presentan suficientes finos, por tanto, suelos no cohesivos . (24)

Becerra & Herrera (2019) indican en su investigación “Estabilización De Arcillas, Arenas Y Afirmados, Empleando Los Cementos Pacasmayo Víaforte, Mochica Y Qhuna; Lambayeque. 2018”; El objetivo del estudio fue investigar la estabilización de arcillas, arenas y afirmados utilizando las proporciones de cementos involucrados. Los resultados demostraron que las arenas no tienen un rango definido de estabilización porque al agregar más porcentaje de cemento, su resistencia tiende a aumentar sin tendencia a disminuir, mientras que las arcillas tienen un rango de estabilización del 7 % al 16 % y los afirmados tienen un rango de estabilización del 7 % al 13%,

Se llegó a la conclusión de que, de los tres tipos de suelos, el cemento Qhuna era el más resistente, superando a Mochica y Víaforte. Se examina que, en los afirmados y las arcillas, su resistencia se acercó a la curva de humedad-densidad, alcanzando su punto máximo y luego disminuyendo, en comparación con las arenas que suelen subir. (25)

Quiroz (2020) indican en su investigación “Estabilización De Suelos Con Cloruro De Sodio, En El Camino De Bajo Volumen De Tránsito Desde El Caserío Los Tubos Hasta El Caserío Pozo Cuarenta, Distrito De Mórrope, Provincia De Lambayeque, Departamento Lambayeque”; como su objetivo evaluar la influencia de la adición de cloruro de sodio en porcentajes del 1%, 1,5% y 2% en la estabilización del suelo en el estudio. Se obtuvo como resultado que el cloruro de sodio aumentó gradualmente la resistencia del suelo en porcentajes del 1%, 1,5% y 2%. Se llegó a la conclusión de que el cloruro de sodio mejoró ligeramente la resistencia del suelo y aumentó el valor de soporte de California en un 0.35% está en comparación con suelo natural. . (26)

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Estabilización

“La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en los suelos de subrasante inadecuado o pobre (MTC-2014)” (27), en la actualidad hay diversos aditivos utilizados para la estabilización de suelos, entre ellos cemento, cal, cenizas y asfalto.

“Un suelo estable es aquel que presenta la resistencia suficiente para no sufrir deformaciones ni desgastes por la acción del uso o de algunos agentes atmosféricos climatológicos. Cuando el suelo natural presenta estas características, se considera utilizable para la pavimentación de un camino, pero en algunas ocasiones del proceso constructivo, el suelo natural no cumple con las características requeridas para que sea apto, características volumétricas, resistencia, permeabilidad, compresibilidad, y durabilidad, en estos casos el ingeniero responsable se ve en la necesidad entre: aceptar el suelo tal como está, tomando en cuenta su calidad; eliminar el suelo no apto y reemplazarlo por otro que si cumpla las especificaciones; o modificar las propiedades del suelo no apto y hacerlo capaz de cumplir los requerimientos, usando métodos de estabilización.” (28)

2.2.2. Estabilización con cemento.

Estabilización con cemento es una mezcla de suelo con cemento para modificar las propiedades de suelo fino mediante la incorporación de agua y cemento en cantidades mínimas que

generalmente sean inferior al 2%, por otro lado, el contenido suelo cemento suele ser en orden de 3 al 7%, se da cuando la resistencia a compresión es superior a 4MPa, el agua en un elemento importante para obtener una mezcla de consistencia seca que nos permite compactar a fin de mejorar la capacidad de portante del suelo. (29)

2.2.3. Estabilización por aditivo SIKA DUST SEAL PE.

La estabilización por aditivo SIKA DUST SEAL PE es un tipo de estabilización químico que según Cabezas & Cataldo (2019), se puede aplicar a los suelos in situ mediante una mezcla de aditivos y agua, lo que aumenta la capacidad de carga y reduce la permeabilidad, lo que reduce el costo de mantenimiento.

“Sika® Dust Seal PE es un compuesto a base de biopolímeros de origen natural que tiene excelentes propiedades aglomerantes. Está diseñado para reducir el polvo en caminos no pavimentados y otros lugares donde se pueden emitir material particulado. Sika® Dust Seal PE también tiene características de estabilización del suelo, lo que resulta en una superficie resistente y duradera. Sika® Dust Seal PE se puede utilizar en taludes y como protección contra la erosión en áreas desérticas y rurales.” (4)

Sika® Dust Seal PE se puede utilizar como aglomerante de polvo en una amplia gama de situaciones:

- Rutas de tierra y grava
- Mejorar las carreteras no pavimentadas en áreas rurales y desérticas, tanto en suelo como en arena.
- Pilas de almacenamiento y taludes
- Transporte de objetos en vehículos o ferrocarriles.

Sika® Dust Seal PE se utiliza en áreas donde se necesita reducir la emisión de polvo para aumentar la seguridad operacional y reducir los costos de mantenimiento y reparación de caminos.

2.2.4. Plasticidad.

“Se denomina plasticidad a la propiedad que presentan algunos suelos de modificar su consistencia (o, dicho de otra forma, su resistencia al corte) en función de la humedad. Existe una correspondencia entre la plasticidad de un suelo y su cohesión.” (30)

El índice de plasticidad es la diferencia de los resultados obtenidos en los ensayos de Límite líquido y Límite plástico, el cual se expresa en porcentajes, mientras el suelo tiene mayor cantidad de finos, esta tiende a ser un suelo arcilloso.

2.2.5. Grado de compactación.

“El grado de compactación es determinado por la razón entre la densidad seca del suelo y la densidad seca máxima obtenida a través de un ensayo Proctor en un laboratorio.” (31)

Con el ensayo de Proctor modificado se obtiene la densidad seca máxima y la humedad óptima a fin de obtener esa densidad.

2.2.6. Prueba de CBR.

La capacidad portante de terrenos compactados como terraplenes, capas de firme y explanadas, así como su clasificación, se evalúa con el ensayo CBR.

Antes de la Segunda Guerra Mundial, el Departamento de Transportes de California desarrolló este ensayo, que se conoce con las siglas CBR, y se conoce como Californian Bearing Ratio.

La prueba del CBR consiste en determinar la carga que hay que aplicar a un pistón circular de 19,35 cm² para introducirlo en una muestra de suelo a una velocidad de 1,27 mm/min y hasta obtener una penetración de 2,54 mm.

A través de este procedimiento se determina lo que se llama el **Índice CBR** que es la relación entre la carga determinada y la que se obtiene por el mismo procedimiento para una muestra tipo de roca machacada. Se expresa en porcentaje. La prueba CBR de suelos consiste en compactar el suelo en moldes normalizados, sumergirlo en agua y aplicar un punzonamiento mediante un pistón normal. Se rige por normas como la ASTM 1883 o la UNE 103502, entre otras.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Cemento tipo IP: El cemento Portland Tipo IP es elaborado de la molienda en conjunto de Clinker, yeso y puzolanas de alta reactividad. Es un cemento diseñado para cumplir con todo tipo de construcciones, otorgándole propiedades especiales a las mezclas de concreto y morteros.

CBR: La capacidad portante de terrenos compactados como terraplenes, capas de firme y explanadas, así como su clasificación, se evalúa con el ensayo CBR.

Antes de la Segunda Guerra Mundial, el Departamento de Transportes de California desarrolló este ensayo, que se conoce con las siglas CBR, y se conoce como Californian Bearing Ratio.

Estabilización del suelo: estabilización de un suelo es un proceso que permite mejorar la calidad del suelo natural para obtener unas características físicas, químicas y mecánicas estables en relación con las condiciones medioambientales de servicio

Grado de compactación: Es el procedimiento de aplicar energía al suelo suelto para eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y en consecuencia, su capacidad de soporte y estabilidad entre otras propiedades. Su objetivo es el mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo.

Plasticidad del suelo: La plasticidad de un suelo se debe a su contenido de partículas más finas de forma laminar, que ejerce gran influencia en la compresibilidad del suelo mientras el pequeño tamaño de tales partículas hace que la permeabilidad del conjunto sea baja

SIKA DUST Seal PE: Sika® Dust Seal PE es un compuesto a base de biopolímeros de origen natural que tiene excelentes propiedades aglomerantes. Está diseñado para reducir el polvo en caminos no pavimentados y otros lugares donde se pueden emitir material particulado.

Sub rasante: La superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno) sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado se conoce como subrasante.

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. MÉTODO, TIPO O ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Enfoque de la investigación

Según Hernández Sampieri (2014), “enfoque cuantitativo representa un conjunto de procesos que es secuencial y probatorio, se caracteriza por la necesidad de medir magnitudes de los fenómenos o problemas, los valores que son producto de mediciones se representan mediante números, es decir que son cantidades numéricas y se analizan por métodos estadísticos, a fin de probar las hipótesis planteadas en el estudio”

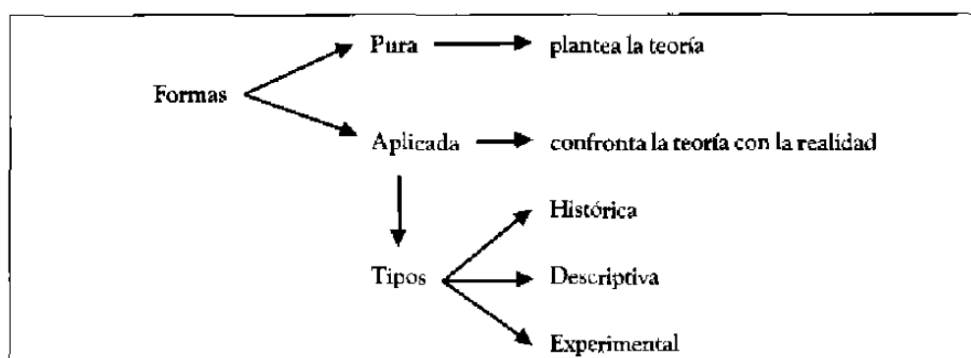
Esta investigación es de enfoque cuantitativo, debido a que se mide la variable, estabilización de la sub rasante a través de la medición de variables de control que son índice de plasticidad, grado de compactación e índice de CBR, previo a la manipulación del cemento tipo IP y SIKA DUST Seal PE. Para demostrar la hipótesis, a través de la recolección de datos a fin establecer patrones de comportamiento.

3.1.2. Nivel o alcance de la investigación

Según indica Tamayo, M. (2003), “La investigación aplicada se le denomina también activa o dinámica, ya que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos. Busca confrontar la teoría con la realidad.

Es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas. Esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías.” (32)

Figura 1. Formas de investigación



En la presente investigación es de tipo aplicada, utilizaremos conocimientos básicos como la química del cemento tipo IP, química del aditivo SIKA DUST Seal PE y mecánica de suelos con fines de pavimentación, para utilizarlos y buscar una aplicación, un uso en este caso es;

mejoramiento y estabilización del material de la sub rasante para beneficio de los vecinos de Mandor del distrito de Maranura.

3.1.3. Método de la investigación

Según el autor Bernal (2010), “hipotético-deductivo, consiste en un procedimiento que parte de unas aseveraciones en calidad de hipótesis y busca refutar o falsear tales hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con los hechos”. (33)

En este presente estudio es hipotético – deductivo debido, al adicionar, 5% y 6% de cemento tipo IP así mismo, 1% y 2% de aditivo SIKA DUST Seal PE, incidirá positivamente en la estabilización del suelo de la sub rasante de la carretera en estudio.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Según Hernández Sampieri, y otros (2014), “El diseño experimental, se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos consecuentes), dentro de una situación de control para el investigador”. (34)

Para el presente trabajo de investigación es experimental, se tiene dos variables independientes que se manipularán (cemento IP 5%, 6% y aditivo SIKA DUST Seal PE 1%, 2%) y se medirá las dimensiones de la variable dependiente que son (límite plástico, grado compactación y CBR) para determinar el comportamiento del suelo, es decir la estabilización de la sub rasante.

Tabla 2. Muestra el diseño de posprueba para un patrón y múltiples combinaciones.

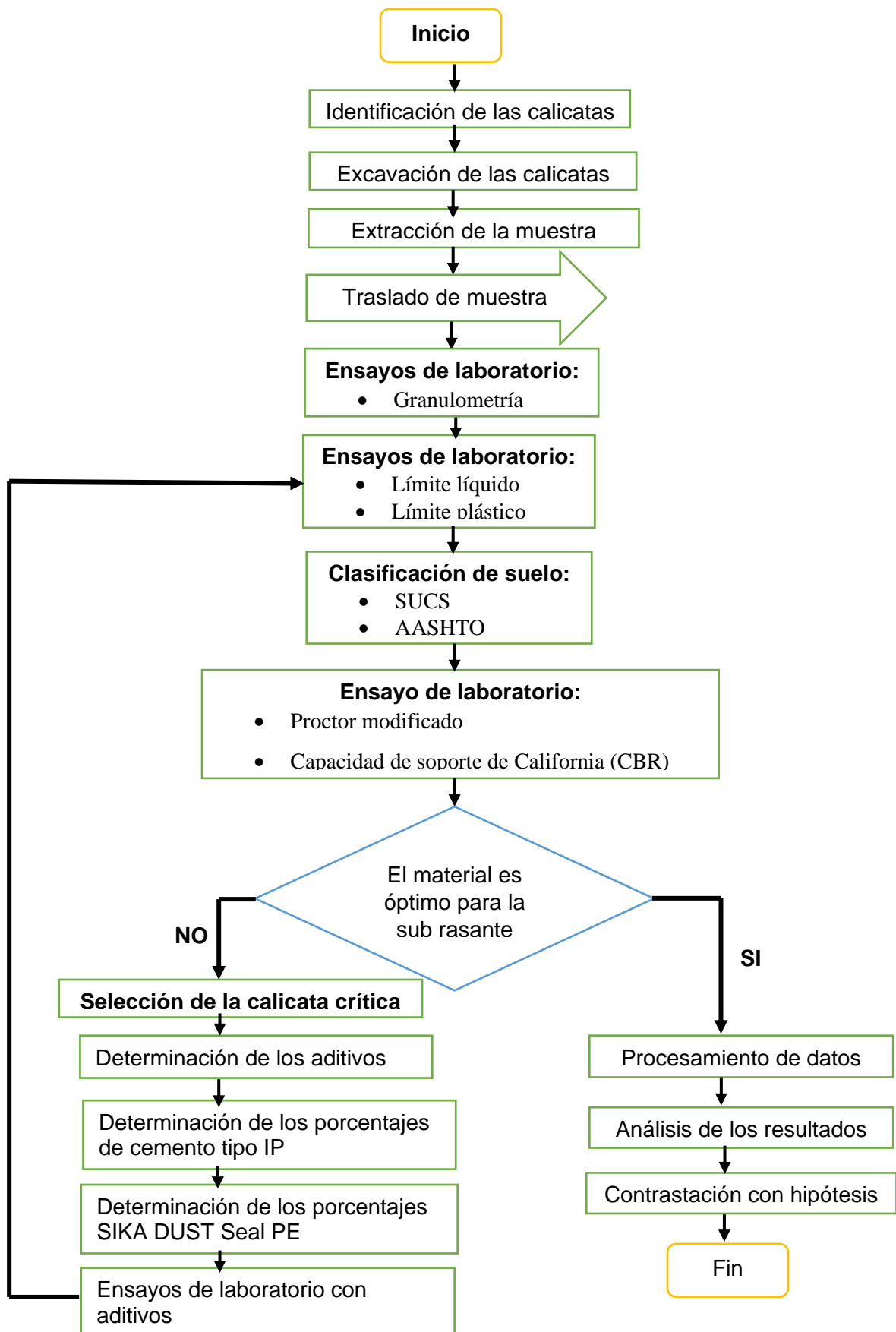
| P | Suelo Patrón | -- | Sin cemento | Pp | plasticidad y compactación y CBR |
|----------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| | <u>Suelo estabilizado</u> | | <u>Dosis de Cemento</u> | | |
| E₁ | Cemento al 5% | X₁ | 0.5 kg/10 kg de suelo | Pp₁ | Plasticidad y compactación y CBR |
| | <u>Suelo estabilizado</u> | | <u>Dosis de Cemento</u> | | |
| E₂ | Cemento al 6% | X₂ | 0.6 kg/10kg de suelo | Pp₂ | Plasticidad y compactación y CBR |
| | <u>Suelo estabilizado</u> | | <u>Dosis de Aditivo</u> | | |
| E₃ | Con aditivo al 1% SIKA DUST seal PE | X₃ | 0.1kg/10kg de suelo | Pp₃ | Plasticidad y compactación y CBR |
| | <u>Suelo estabilizado</u> | | <u>Dosis de Aditivo</u> | | |
| E₄ | Con aditivo al 2% | X₄ | 0.2kg/10kg de suelo | Pp₄ | Plasticidad y compactación y CBR |
| E₅ | Suelo estabilizado | X₅ | Dosis de Cemento más Aditivo | Pp₅ | |

| | | | | | |
|----------------------|---|----------------------|--|-----------------------|----------------------------------|
| | Con aditivo cemento tipo IP 6% más aditivo SIKA DUST Seal PE 1% | | 0.6kg cemento más 0.1kg de SIKA/10kg de suelo | | Plasticidad y compactación y CBR |
| | Suelo estabilizado | | Dosis de Cemento más Aditivo | | |
| E₆ | Con aditivo cemento tipo IP 5% más aditivo SIKA DUST Seal PE 2% | X₆ | 0.5kg cemento más 0.2 kg de SIKA/10kg de suelo | Pp₆ | Plasticidad y compactación y CBR |

Se modela de la siguiente manera para ejecutar el diseño de investigación: (Ver Tabla 2. Suelo patrón (P), es el suelo preparado sin cemento tipo IP ni aditivo SIKA DUST Seal PE el cual ha sido sometido a distintos tipos de prueba como plasticidad del terreno, grado de compactación y CBR, suelo experimental (C.E.), que se representa de las siguientes dosificaciones, cemento (5% y 6%) y aditivo SIKA DUST Seal PE (1% y 2%) para cada plasticidad, compactación y CBR requerida, uso de variables (Xó --), el símbolo se utiliza al adicionar el aditivo SIKA y cemento IP en porcentajes diferentes y cuando no presenta aditivo; Posprueba (Pp), se evalúa la plasticidad, compactación y CBR.

3.2.1. Diseño de ingeniería

Figura 2. Diseño de ingeniería



3.3. POBLACIÓN Y LA MUESTRA

3.3.1. Población

Para el autor Pedro López-Roldán Sandra Fachelli (2015), “define al Universo o Población son expresiones equivalentes para referirse al conjunto total de elementos que constituyen el ámbito de interés analítico y sobre el que queremos inferir las conclusiones de nuestro análisis, conclusiones de naturaleza estadística y también sustantiva o teórica. En particular se habla de población marco o universo finito, al conjunto preciso de unidades del que se extrae la muestra, y universo hipotético o población objetivo, el conjunto poblacional al que se pueden extrapolar los resultados”. (35)

En la presente investigación como población consta de 21 ensayos que se realizaron en una longitud de 3.00 km de la carretera cooperativa agraria cafetalera de Maranura, Mandor La Convención – CUSCO, en el cual se trabajó con distintos porcentajes de cemento tipo IP (5% y 6%) y aditivo SIKA DUST Seal PE (1% y 2%) se realizó 07 excavación (calicatas) para la prueba de plasticidad, grado de compactación y CBR, para así obtener por medio pruebas y ensayos el mejoramiento de nuestro terreno natural, como se aprecia en el cuadro de muestras de población.

Tabla 3. *Número de muestras de la población*

| | Límites de consistencia | Grado de compactación | Índice CBR | Total, de ensayos |
|-----------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------|--------------------------|
| Suelo natural | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Suelo natural con 5% cemento | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Suelo natural con 6% cemento | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Suelo natural con aditivo Sika 1% | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Suelo natural con aditivo Sika 2% | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 6% cemento con aditivo Sika 1% | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 5% cemento con aditivo Sika 2% | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Total | 7 | 7 | 7 | 21 |

3.3.2. Muestra

Según el autor César Augusto Bernal Torres (2010), la muestra es la parte de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo del estudio y sobre la cual se efectuarán la medición y la observación de las variables objeto de estudio. (33)

Según el autor Pedro López-Roldán Sandra Fachelli (2015), “Una muestra estadística es una parte o subconjunto de unidades representativas de un conjunto llamado población o universo, seleccionadas de forma aleatoria, y que se somete a observación científica con el objetivo de obtener resultados válidos para el universo total investigado, dentro de unos límites de error y de probabilidad de que se pueden determinar en cada caso”. (35)

En este sentido Ramírez T. (1997) nos indica que establece que la muestra censal es aquella donde todas las unidades de investigación son consideradas como muestra. De allí, que la población a estudiar se precise como censal por ser simultáneamente universo, población y muestra. (36)

En esta investigación se tiene como muestra 21 ensayos, considerándose una muestra censal, donde se tomó la calicata más crítica (suelo el más desfavorable) y se realizó de cada una de ellas los ensayos del límite plástico, grado de compactación y CBR para cada combinación, sumando en total 21 pruebas incluido la calicata más crítica.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE TOMA DE DATOS

3.4.1. Técnicas e instrumentos de la Investigación

Según Maream J. Sánchez y entre otros (2021) Las técnicas de recolección de datos son mecanismos e instrumentos que se utilizan para reunir y medir información de forma organizada y con un objetivo específico. Usualmente se usan en una investigación. Cada una de estas técnicas permite recopilar información de diferentes tipos. (37)

Según Hernández Mendoza y Dánae Duana Ávila (2020), Indican, que las técnicas de recolección de datos comprenden procedimientos y actividades que le permiten al investigador obtener información necesaria para dar respuesta a su pregunta de investigación. (38)

Según manual de ensayo de materiales (2016), indica en la MTC E 101, la profundidad de excavación de calicatas deberá ser al menos de 1.5 m, considerando las perforaciones para aeropuertos, estacionamientos, carreteras por debajo del nivel proyectado para sub rasante. (39)

La técnica que se utilizó en el presente estudio de investigación es la observación, y los instrumentos que se utilizaron fueron los formatos de observación (formatos de laboratorio)

Para llevar a cabo esta investigación, se utilizaron los siguientes instrumentos para recopilar datos:

- ❖ Muestreo de suelos y rocas (Norma, MTC E 101)
- ❖ Las normas NTP y ASTM proporcionan los procedimientos para realizar diferentes ensayos de materiales.
- ❖ Formato de límites de plasticidad. (Norma, MTC E 110; MTC E 111; ASTM D-4318)
- ❖ Formatos de granulometría. (Norma, MTC E 107; ASTM D-422)
- ❖ Formato para la clasificación de suelos.
- ❖ Los formatos de ensayo de grado de compactación. (Norma, MTC E 115; ASTM D-1557)
- ❖ Formato del ensayo California Bearing Ratio (CBR). (Norma, MTC E 132; ASTM D-1558)

3.4.2. Formatos de toma de datos (instrumentos de laboratorios)

3.4.2.1. Formato de laboratorio para toma de datos límites de ATTERBERG

3.4.2.1.1. Límite líquido (Norma, MTC E 110; ASTM D-4318)

El objetivo de esta ficha de toma de datos es obtener datos del ensayo correspondiente y determinar el límite líquido del suelo.

Tabla 4. Formato de un ensayo sobre el límite líquido.

|  Universidad Continental | | | | | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|--|---|-----|-----|-----|---|--|--|--|
| TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | | | | | | |
| Ensayo: | Límites de Atterberg – Límite líquido | | | | | | | |
| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | | | | |
| Fecha: | | | | | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | | | |
| Descripción | | M-1 | M-2 | M-3 | M-4 | | | |
| Código de cápsula | | Cod | | | | | | |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | | gr | | | | | | |
| Peso de capsula + Suelo seco | | gr | | | | | | |
| Peso del agua | | gr | | | | | | |
| Peso de cápsula | | gr | | | | | | |
| Peso del suelo seco | | gr | | | | | | |
| Número de golpes | | N° | | | | | | |
| Contenido de Humedad | | % | | | | | | |

Nota: Tomado de Joseph E. Bowles, 1981, p.226

3.4.2.1.2. Límite Plástico (Norma, MTC E 111; ASTM D-4318)

El objetivo de esta ficha de toma de datos es obtener datos del ensayo correspondiente y determinar el límite plástico del suelo.

Tabla 5. *Formato de un ensayo sobre el límite plástico.*


| | | | | | |
|--|--|---|-------|-------|-------|
|  | | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | | | |
| Ensayo: | Límites de Atterberg – Límite plástico | | | | |
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
| | Descripción | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| | Código de cápsula | Cod. | | | |
| | Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | | | |
| | Peso de cápsula + Suelo seco | gr | | | |
| | Peso del agua | gr | | | |
| | Peso de cápsula | gr | | | |
| | Peso del suelo seco | gr | | | |
| | Contenido de Humedad | % | | | |

Nota: Tomado de Joseph E. Bowles, 1981, p.226

3.4.2.1.3. Formato de ensayo de Granulométrico (Norma, MTC E 107; ASTM D-422)

El objetivo de esta ficha de toma de datos es obtener datos del ensayo correspondiente y determinar la granulometría del suelo, el cual nos va a ser de mucho útil para la clasificación de suelos, además de definir el porcentaje de suelos finos, arena y grueso.

Tabla 6. *Formato de un ensayo sobre Análisis Granulométrico*

| | | | | | |
|--|---|---|--|--|--|
|  | | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | | | |
| Ensayo: | Granulometría | | | | |
| Referencia: | MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado | | | | |
| Fecha: | | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| Descripción de la Muestra | | | | | |

| Peso de Muestra | | Peso seco(gr.) | Tara (gr.) | Datos básicos | | |
|----------------------------|--------------|--------------------|------------------------------|---------------|------------------------|-------------|
| Peso Total Seco (gr) | | | | % Grava | | |
| Peso Después de Lavar (gr) | | | | % Arena | | |
| Perdida por Lavado (gr) | | | | % Finos | | |
| Tamiz | Agujero (mm) | Peso Detenido (gr) | Peso Detenido Corregido (gr) | Detenido (%) | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
| 2" | 50.800 | | | | | |
| 1 1/2" | 36.100 | | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | | |
| 3/4" | 19.000 | | | | | |
| 1/2" | 12.700 | | | | | |
| 3/8" | 9.520 | | | | | |
| 1/4" | 6.300 | | | | | |
| N° 4 | 4.750 | | | | | |
| N° 8 | 2.360 | | | | | |
| N° 10 | 2.000 | | | | | |
| N° 16 | 0.840 | | | | | |
| N° 30 | 0.600 | | | | | |
| N° 40 | 0.425 | | | | | |
| N° 50 | 0.260 | | | | | |
| N° 100 | 0.150 | | | | | |
| N° 200 | 0.075 | | | | | |
| Fondo | | | | | | |
| Lavado | | | | | | |
| Total | | | | | | |

Nota: Tomado de Joseph E. Bowles, 1981, p.228

3.4.2.1.4. Formato de recolección de datos del peso específico seco máximo (grado de compactación – Proctor modificado)

El objetivo de esta ficha de toma de datos es obtener datos del ensayo correspondiente y determinar el peso específico seco máximo y contenido óptimo de humedad del suelo el cual servirá para para determinar el grado de compactación de la sub rasante.

Instrucciones: El formato que se presenta a continuación es en donde se determinó la densidad seca máxima y la humedad en porcentajes a fin con e

l cual se va obtener el grado de compactación con la utilización de la figura 1, tabla de compactación.

Tabla 7. Formato para cálculo de Proctor modificado.



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO
SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA
CONVENCIÓN – CUSCO -2023.**

Ensayo: Proctor Modificado grado de compactación (formato relaciones humedad – densidad)

Referencia: MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)

Fecha:

Tesista: Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Molde | | Método de la Compactación | |
|-----------------|-----------------|---------------------------|--|
| Diámetro | cm | N.º de Capas | |
| Altura | cm | Molde | |
| Volumen | cm ³ | | |
| Peso del Molde | gr | | |

DENSIDAD HÚMEDA

| Número de muestras | Nº | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------------|--------------------|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | | | | |
| Peso molde | gr | | | | |
| Peso suelo húmedo | gr | | | | |
| Volumen del molde | cm ³ | | | | |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm ³ | | | | |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| | | | | | |
|--------------------------|--------------------|--|--|--|--|
| Recipiente | Nº | | | | |
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | | | | |
| Peso suelo seco + Tara | gr | | | | |
| Peso de la tara | gr | | | | |
| Peso de agua | gr | | | | |
| Peso de suelo seco | gr | | | | |
| Humedad | % | | | | |
| Densidad Suelo Seco | gr/cm ³ | | | | |

Nota: Tomado de Joseph E. Bowles, 1981, p.233

Figura 3. Curva de compactación

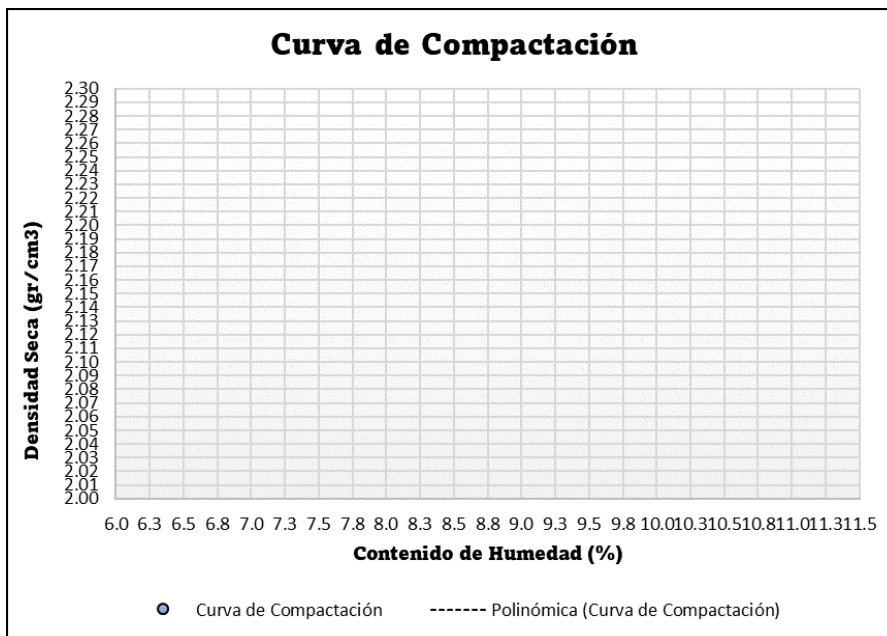


Figura 2. Curva de compactación. Tomada de «Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil», por Joseph E. Bowles. 1981, p. 233.

Tabla 8. Tabla de resultados basada en la curva de compactación con el contenido de humedad óptimo y la densidad seca máxima.

| | |
|--|--|
| Contenido de humedad óptimo (CHO) (%) | Densidad seca máxima (DMS)(gr/cm ³) |
|--|--|

3.4.2.1.5. Ficha de toma de datos de CBR (Norma, MTC E 132; ASTM D-1558)

Tabla 9. Formato para cálculo de CBR de suelos

| | | |
|---|---|--------------------------------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | |
| | ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023. | |
| Ensayo: | Ensayo (CBR) | |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo | |
| Fecha: | | |
| Tesistas: | CONSUELO MARIELA DE LATORRE BOLÍVAR; YUVAL HUAYHUA HANAMPA | |
| DATOS PRELIMINARES | | |
| Datos del Proctor Modificado | Energía de Compactación | Disco Espaciador |
| Densidad Seca Máxima | Masa de la Pesa | N.º Capas |
| Contenido de humedad óptimo | Altura de Caída | |
| Nº de Capas | | |
| Datos del Equipo de Penetración | | |
| Constante del anillo de Carga | $F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN) A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09 | Diámetro del pistón |
| | | 49.63 mm |
| COMPACTACIÓN | | |
| Nº de Golpes por Capa | # | |

| | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---|---|---|
| Altura del molde | cm | | | | | | |
| Diámetro de molde | cm | | | | | | |
| Volumen de molde | cm³ | | | | | | |
| Peso de molde | gr | | | | | | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | | No Saturado | No Saturado | No Saturado | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | | | | | | |
| Peso de suelo húmedo | gr | | | | | | |
| Densidad húmeda | gr/cm³ | | | | | | |
| Tara N° | N° | 1 | 2 | 4 | 5 | 7 | 8 |
| Tara + Suelo húmedo | gr | | | | | | |
| Tara + Suelo seco | gr | | | | | | |
| Peso de agua | gr | | | | | | |
| Peso de tara | gr | | | | | | |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | |
| % de humedad | % | | | | | | |
| % de humedad promedio | % | | | | | | |
| Densidad Seca | gr/cm³ | | | | | | |

Nota: Tomado de Joseph E. Bowles, 1981, p.245-246

3.5. VALIDEZ DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

3.5.1. Validez de Instrumentos

Según Sampieri y otros (2016). Indica la validez como el nivel en el que todo instrumento para recolección de datos debe cumplir tres requisitos básicos los cuales deben ser, confiables, valido, y trate de ser objetivo. Tales instrumentos requieren diseño y reconstrucción riguroso, de manera que garantice la valides y la confiabilidad de los resultados.

La validez y confiabilidad reflejan la manera en que el instrumento se ajusta a las necesidades de la investigación (Hurtado, 2012). La validez hace referencia a la capacidad de un instrumento para cuantificar de forma significativa y adecuada el rasgo para cuya medición ha sido diseñado. Es decir, que mida la característica (o evento) para el cual fue diseñado y no otra similar.

La validez, no debe ser una característica propia del test, sino de las generalizaciones y usos específicos de las medidas que el instrumento proporciona (Prieto y otros, 2010). Lo cual quiere decir que, más que el test en sí mismo, lo que se somete a validación son las posibles inferencias que se vayan a realizar a partir de los resultados obtenidos.

Para determinar la validez de los instrumentos, se debe considerar la siguiente afirmación de Aiken (1985): la V de Aiken, un coeficiente que permitirá cuantificar la relevancia de los

elementos con respecto a un dominio de contenido a partir de las evaluaciones de varios jueces.

PALELLA & MARTINS (2012) sugiere el método de juicio de expertos para evaluar la validez de los instrumentos de recolección de datos. Este método consiste en convocar a tres, cinco o siete expertos en el tema del estudio y proporcionarles un instrumento que se ha creado junto con la matriz de consistencia, la operacionalización de variables y una serie de criterios para evaluar cada componente.

Tres expertos validaron los instrumentos de recolección de datos para la investigación actual. (ver Tabla 10)

Tabla 10. *Expertos*

| N° DE EXPERTO | NOMBRE DE LOS EXPERTOS | PERFIL PROFESIONAL | COLEGIATURA |
|---------------|-----------------------------------|--------------------|---------------|
| Experto N°01 | Ing. Rosendo Mota Zevallos | Ingeniero Civil | N° CIP 79776 |
| Experto N°02 | Ing. Raul Hugo Blanco Araoz | Ingeniero Civil | N° CIP 57346 |
| Experto N°03 | Ing. Alberth Edward Mallqui Ttupa | Ingeniero Civil | N° CIP 206658 |

Se presento los formatos de validación a los expertos, los cuales fueron llenados en las tablas 11 al 19, tomando en cuenta los criterios a fin obtener los resultados por expertos.

Tabla 11. *Formato para validar los criterios – Experto N°01 (Limites de plasticidad)*

I. Datos básicos

| | |
|--|--|
| Fecha | 19 de abril de 2024 |
| Aprobador | Ing. Rosendo Mota Zevallos |
| Cargo e institución en la que trabaja | Gerente de Geotecnia – Ingeolab S.R.L. |
| Instrumento para aprobar | Ficha de datos para calcular el índice de plasticidad de la muestra más los aditivos de la carretera en estudio. |
| Propósito del instrumento | Determinar el límite líquido y Límite plástico del terreno natural de la carretera en estudio. |
| Autor(es) | Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa |

II. Los criterios para la validación del instrumento

Revisar cada criterio del instrumento de recolección de datos y marca con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha, teniendo en cuenta:

| | | |
|---|----------------|---|
| 1 | Deficiente (D) | Menos del 30% de los criterios cumplen con los indicadores |
| 2 | Regular (R) | Entre el 31% y 70% de los criterios cumplen con los indicadores |
| 3 | Bueno (B) | Más del 70% de los criterios cumplen con los indicadores |

| Criterios | Indicadores | D | R | B | Observación |
|-----------|-------------|-----|-----|-----|-------------|
| | | [1] | [2] | [3] | |

| | | | | |
|--------------|---|----------|----------|----------|
| PERTINENCIA | Los elementos miden lo que se esperaba de los objetivos de Investigación. | X | | |
| COHERENCIA | Dan una respuesta a la medida de las Variables, indicadores y dimensiones. | | X | |
| CONGRUENCIA | Están de acuerdo con los avances en ciencia y tecnología. | | | X |
| SUFICIENCIA | Son adecuados para medir los indicadores de la variable. | X | | |
| OBJETIVIDAD | El comportamiento y las acciones son observables y verificables. | | X | |
| CONSISTENCIA | Se han desarrollado en consonancia con la teoría de las dimensiones de la variable. | X | | |
| ORGANIZACIÓN | Son distribuidos de acuerdo a dimensiones y proceden de manera secuencial. | | | X |
| CLARIDAD | Están escritos con un lenguaje fácil de entender. | X | | |
| OPORTUNIDAD | Instrumento se utiliza en el momento adecuado. | | | X |
| ESTRUCTURA | El instrumento tiene instrucciones claras. | X | | |
| TOTAL | | 2 | 4 | 4 |

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30}$$

0.73

| Coefficientes | Validez |
|---------------|--------------|
| 0.40 a más | Muy bueno |
| 0.30 a 0.39 | Bueno |
| 0.20 a 0.29 | Deficiente |
| 0 a 0.19 | Insuficiente |

Tabla 12. Formato para validar los criterios – Experto N°01 (grado de compactación)

I. Datos básicos

| | |
|--|---|
| Fecha | 19 de abril de 2024 |
| Aprobador | Ing. Rosendo Mota Zevallos |
| Cargo e institución en la que trabaja | Gerente de Geotecnia – Ingeolab S.R.L. |
| Instrumento para aprobar | Ficha de datos para calcular la densidad máxima y humedad óptima del terreno natural de la carretera en estudio. |
| Propósito del instrumento | Determinar tres valores de densidad y humedad, para correlacionar curva que permita determinar la densidad máxima |
| Autor(es) | Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa |

II. Los criterios para la validación del instrumento

Revisar cada criterio del instrumento de recolección de datos y marca con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha, teniendo en cuenta:

| 1 | Deficiente (D) | Menos del 30% de los criterios cumplen con los indicadores | |
|-------------|---|---|-------------|
| 2 | Regular (R) | Entre el 31% y 70% de los criterios cumplen con los indicadores | |
| 3 | Bueno (B) | Más del 70% de los criterios cumplen con los indicadores | |
| Criterios | Indicadores | D R B [1] [2] [3] | Observación |
| PERTINENCIA | Los elementos miden lo que se esperaba de los objetivos de Investigación. | X | |

| | | |
|--------------|---|--------------|
| COHERENCIA | Dan una respuesta a la medida de las Variables, indicadores y dimensiones. | X |
| CONGRUENCIA | Están de acuerdo con los avances en ciencia y tecnología. | X |
| SUFICIENCIA | Son adecuados para medir los indicadores de la variable. | X |
| OBJETIVIDAD | El comportamiento y las acciones son observables y verificables. | X |
| CONSISTENCIA | Se han desarrollado en consonancia con la teoría de las dimensiones de la variable. | X |
| ORGANIZACIÓN | Son distribuidos de acuerdo a dimensiones y proceden de manera secuencial. | X |
| CLARIDAD | Están escritos con un lenguaje fácil de entender. | X |
| OPORTUNIDAD | Instrumento se utiliza en el momento adecuado. | X |
| ESTRUCTURA | El instrumento tiene instrucciones claras. | X |
| TOTAL | | 1 3 6 |

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30}$$

0.83

| Coeficientes | Validez |
|--------------|--------------|
| 0.40 a más | Muy bueno |
| 0.30 a 0.39 | Bueno |
| 0.20 a 0.29 | Deficiente |
| 0 a 0.19 | Insuficiente |

Tabla 13. Formato para validar los criterios – Experto N°01 (Ensayo de soporte de californiá CBR)

I. Datos básicos

| | |
|--|--|
| Fecha | 19 de abril de 2024 |
| Aprobador | Ing. Rosendo Mota Zevallos |
| Cargo e institución en la que trabaja | Gerente de Geotecnia – Ingeolab S.R.L. |
| Instrumento para aprobar | Ficha de datos para calcular el CBR del material de la sub rasante de la carretera en estudio. |
| Propósito del instrumento | Determinar los datos según normativa vigente para el cálculo del CBR de los materiales ensayados de la carretera en estudio. |
| Autor(es) | Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa. |

II. Los criterios para la validación del instrumento

Revisar cada criterio del instrumento de recolección de datos y marca con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha, teniendo en cuenta:

- | | | |
|---|----------------|---|
| 1 | Deficiente (D) | Menos del 30% de los criterios cumplen con los indicadores |
| 2 | Regular (R) | Entre el 31% y 70% de los criterios cumplen con los indicadores |
| 3 | Bueno (B) | Más del 70% de los criterios cumplen con los indicadores |

| Criterios | Indicadores | D | R | B | Observación |
|-------------|---|-----|-----|-----|-------------|
| | | [1] | [2] | [3] | |
| PERTINENCIA | Los elementos miden lo que se esperaba de los objetivos de Investigación. | | | X | |

| | | |
|--------------|---|--------------|
| COHERENCIA | Dan una respuesta a la medida de las Variables, indicadores y dimensiones. | X |
| CONGRUENCIA | Están de acuerdo con los avances en ciencia y tecnología. | X |
| SUFICIENCIA | Son adecuados para medir los indicadores de la variable. | X |
| OBJETIVIDAD | El comportamiento y las acciones son observables y verificables. | X |
| CONSISTENCIA | Se han desarrollado en consonancia con la teoría de las dimensiones de la variable. | X |
| ORGANIZACIÓN | Son distribuidos de acuerdo a dimensiones y proceden de manera secuencial. | X |
| CLARIDAD | Están escritos con un lenguaje fácil de entender. | X |
| OPORTUNIDAD | Instrumento se utiliza en el momento adecuado. | X |
| ESTRUCTURA | El instrumento tiene instrucciones claras. | X |
| TOTAL | | 2 4 4 |

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30}$$

0.73

| Coeficientes | Validez |
|--------------|--------------|
| 0.40 a más | Muy bueno |
| 0.30 a 0.39 | Bueno |
| 0.20 a 0.29 | Deficiente |
| 0 a 0.19 | Insuficiente |

Tabla 14. Formato para validar los criterios – Experto N°02 (Límites de plasticidad)

I. Datos básicos

| | |
|--|--|
| Fecha | 18 de abril del 2024 |
| Aprobador | Ing. Raul Hugo Blanco Araoz |
| Cargo e institución en la que trabaja | Consultor de proyectos especialista en obras viales |
| Instrumento para aprobar | Ficha de datos para calcular el índice de plasticidad del terreno natural de la carretera en estudio |
| Propósito del instrumento | Determinar el límite líquido y Límite plástico del terreno natural de la carretera en estudio. |
| Autor(es) | Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa. |

II. Los criterios para la validación del instrumento

Revisar cada criterio del instrumento de recolección de datos y marca con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha, teniendo en cuenta:

| Criterios | Indicadores | D [1] | R [2] | B [3] | Observación |
|-------------|--|---|-------|-------|-------------|
| 1 | Deficiente (D) | Menos del 30% de los criterios cumplen con los indicadores | | | |
| 2 | Regular (R) | Entre el 31% y 70% de los criterios cumplen con los indicadores | | | |
| 3 | Bueno (B) | Más del 70% de los criterios cumplen con los indicadores | | | |
| PERTINENCIA | Los elementos miden lo que se esperaba de los objetivos de Investigación. | X | | | |
| COHERENCIA | Dan una respuesta a la medida de las Variables, indicadores y dimensiones. | | | X | |

| | | |
|--------------|---|--------------|
| CONGRUENCIA | Están de acuerdo con los avances en ciencia y tecnología. | X |
| SUFICIENCIA | Son adecuados para medir los indicadores de la variable. | X |
| OBJETIVIDAD | El comportamiento y las acciones son observables y verificables. | X |
| CONSISTENCIA | Se han desarrollado en consonancia con la teoría de las dimensiones de la variable. | X |
| ORGANIZACIÓN | Son distribuidos de acuerdo a dimensiones y proceden de manera secuencial. | X |
| CLARIDAD | Están escritos con un lenguaje fácil de entender. | X |
| OPORTUNIDAD | Instrumento se utiliza en el momento adecuado. | X |
| ESTRUCTURA | El instrumento tiene instrucciones claras. | X |
| TOTAL | | 1 4 5 |

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30}$$

0.80

| Coeficientes | Validez |
|--------------|--------------|
| 0.40 a más | Muy bueno |
| 0.30 a 0.39 | Bueno |
| 0.20 a 0.29 | Deficiente |
| 0 a 0.19 | Insuficiente |

Tabla 15. Formato para validar los criterios -Experto N°02 (grado de compactación)

I. Datos básicos

| | |
|--|---|
| Fecha | 18 de abril del 2024 |
| Aprobador | Ing. Raul Hugo Blanco Araoz |
| Cargo e institución en la que trabaja | Consultor de proyectos especialista en obras viales |
| Instrumento para aprobar | Ficha de datos para calcular la densidad máxima y humedad optima del terreno natural de la carretera en estudio. |
| Propósito del instrumento | Determinar tres valores de densidad y humedad, para correlacionar la curva que permita determinar la densidad máxima y humedad optima |
| Autor(es) | Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa. |

II. Los criterios para la validación del instrumento

Revisar cada criterio del instrumento de recolección de datos y marca con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha, teniendo en cuenta:

| 1 | Deficiente (D) | Menos del 30% de los criterios cumplen con los indicadores | |
|-------------|---|---|-------------|
| 2 | Regular (R) | Entre el 31% y 70% de los criterios cumplen con los indicadores | |
| 3 | Bueno (B) | Más del 70% de los criterios cumplen con los indicadores | |
| Criteria | Indicadores | D R B [1] [2] [3] | Observación |
| PERTINENCIA | Los elementos miden lo que se esperaba de los objetivos de Investigación. | X | |

| | | | | |
|--------------|---|----------|----------|----------|
| COHERENCIA | Dan una respuesta a la medida de las Variables, indicadores y dimensiones. | X | | |
| CONGRUENCIA | Están de acuerdo con los avances en ciencia y tecnología. | | X | |
| SUFICIENCIA | Son adecuados para medir los indicadores de la variable. | | X | |
| OBJETIVIDAD | El comportamiento y las acciones son observables y verificables. | X | | |
| CONSISTENCIA | Se han desarrollado en consonancia con la teoría de las dimensiones de la variable. | | X | |
| ORGANIZACIÓN | Son distribuidos de acuerdo a dimensiones y proceden de manera secuencial. | | X | |
| CLARIDAD | Están escritos con un lenguaje fácil de entender. | X | | |
| OPORTUNIDAD | Instrumento se utiliza en el momento adecuado. | | X | |
| ESTRUCTURA | El instrumento tiene instrucciones claras. | X | | |
| TOTAL | | 1 | 4 | 5 |

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30}$$

0.80

| Coeficientes | Validez |
|--------------|--------------|
| 0.40 a más | Muy bueno |
| 0.30 a 0.39 | Bueno |
| 0.20 a 0.29 | Deficiente |
| 0 a 0.19 | Insuficiente |

Tabla 16. Formato para validar los criterios – Experto N°02 (ensayo de soporte de californiá CBR)

I. Datos básicos

| | |
|--|---|
| Fecha | 18 de abril del 2024 |
| Aprobador | Ing. Raul Hugo Blanco Araoz |
| Cargo e institución en la que trabaja | Consultor de proyectos especialista en obras viales |
| Instrumento para aprobar | Ficha de datos para calcular el CBR del material de la sub rasante de la carretera en estudio. |
| Propósito del instrumento | Determinar los datos según normativa vigente para el cálculo del CBR de los materiales ensayados de la carretera en estudio |
| Autor(es) | Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa. |

II. Los criterios para la validación del instrumento

Revisar cada criterio del instrumento de recolección de datos y marca con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha, teniendo en cuenta:

| | | |
|---|----------------|---|
| 1 | Deficiente (D) | Menos del 30% de los criterios cumplen con los indicadores |
| 2 | Regular (R) | Entre el 31% y 70% de los criterios cumplen con los indicadores |
| 3 | Bueno (B) | Más del 70% de los criterios cumplen con los indicadores |

| Indicadores | D | R | B | Observación |
|-------------|-----|-----|-----|-------------|
| Indicadores | [1] | [2] | [3] | |
| PERTINENCIA | | | X | |
| COHERENCIA | | | X | |

| | | |
|--------------|---|--------------|
| CONGRUENCIA | Están de acuerdo con los avances en ciencia y tecnología. | X |
| SUFICIENCIA | Son adecuados para medir los indicadores de la variable. | X |
| OBJETIVIDAD | El comportamiento y las acciones son observables y verificables. | X |
| CONSISTENCIA | Se han desarrollado en consonancia con la teoría de las dimensiones de la variable. | X |
| ORGANIZACIÓN | Son distribuidos de acuerdo a dimensiones y proceden de manera secuencial. | X |
| CLARIDAD | Están escritos con un lenguaje fácil de entender. | X |
| OPORTUNIDAD | Instrumento se utiliza en el momento adecuado. | X |
| ESTRUCTURA | El instrumento tiene instrucciones claras. | X |
| TOTAL | | 1 3 6 |

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30}$$

0.83

| Coeficientes | Validez |
|--------------|--------------|
| 0.40 a más | Muy bueno |
| 0.30 a 0.39 | Bueno |
| 0.20 a 0.29 | Deficiente |
| 0 a 0.19 | Insuficiente |

Tabla 17. Formato para validar los criterios – Experto N°03 (Límites de plasticidad)

I. Datos básicos

| | |
|--|--|
| Fecha | 16 de octubre del 2023 |
| Aprobador | Ing. Alberth Edward Mallqui Ttupa |
| Cargo e institución en la que trabaja | PROINGEMA SAC (PROFESIONAL EN INGENIERÍA GEOTECNIA Y MATERIALES SAC) |
| Instrumento para aprobar | Ficha de datos para calcular el índice de plasticidad del terreno natural de la carretera en estudio |
| Propósito del instrumento | Determinar el límite líquido y Límite plástico del terreno natural de la carretera en estudio. |
| Autor(es) | Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa |

II. Los criterios para la validación del instrumento

Revisar cada criterio del instrumento de recolección de datos y marca con una (X) según corresponda

a cada uno de los indicadores de la ficha, teniendo en cuenta:

| | | |
|---|----------------|---|
| 1 | Deficiente (D) | Menos del 30% de los criterios cumplen con los indicadores |
| 2 | Regular (R) | Entre el 31% y 70% de los criterios cumplen con los indicadores |
| 3 | Bueno (B) | Más del 70% de los criterios cumplen con los indicadores |

| Criterios | Indicadores | D | R | B | Observación |
|-------------|--|-----|-----|-----|-------------|
| | | [1] | [2] | [3] | |
| PERTINENCIA | Los elementos miden lo que se esperaba de los objetivos de Investigación. | | X | | |
| COHERENCIA | Dan una respuesta a la medida de las Variables, indicadores y dimensiones. | | X | | |
| CONGRUENCIA | Están de acuerdo con los avances en ciencia y tecnología. | | X | | |
| SUFICIENCIA | Son adecuados para medir los indicadores de la variable. | | | X | |

| | | |
|--------------|---|------------|
| OBJETIVIDAD | El comportamiento y las acciones son observables y verificables. | X |
| CONSISTENCIA | Se han desarrollado en consonancia con la teoría de las dimensiones de la variable. | X |
| ORGANIZACIÓN | Son distribuidos de acuerdo a dimensiones y proceden de manera secuencial. | X |
| CLARIDAD | Están escritos con un lenguaje fácil de entender. | X |
| OPORTUNIDAD | Instrumento se utiliza en el momento adecuado. | X |
| ESTRUCTURA | El instrumento tiene instrucciones claras. | X |
| TOTAL | | 4 6 |

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30}$$

0.87

| Coeficientes | Validez |
|--------------|--------------|
| 0.40 a más | Muy bueno |
| 0.30 a 0.39 | Bueno |
| 0.20 a 0.29 | Deficiente |
| 0 a 0.19 | Insuficiente |

Tabla 18. Formato para validar los criterios – Experto N°03 (grado de compactación)

I. Datos básicos

| | |
|--|---|
| Fecha | 16 de octubre del 2023 |
| Aprobador | Ing. Alberth Edward Mallqui Ttupa |
| Cargo e institución en la que trabaja | PROINGEMA SAC (PROFESIONAL EN INGENIERÍA GEOTECNIA Y MATERIALES SAC) |
| Instrumento para aprobar | Ficha de datos para calcular la densidad máxima y humedad óptima del terreno natural de la carretera en estudio. |
| Propósito del instrumento | Determinar tres valores de densidad y humedad, para correlacionar la curva que permita determinar la densidad máxima y humedad óptima |
| Autor(es) | Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa |

II. Los criterios para la validación del instrumento

Revisar cada criterio del instrumento de recolección de datos y marca con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha, teniendo en cuenta:

| Criterios | Indicadores | D [1] | R [2] | B [3] | Observación |
|-------------|--|-------|-------|-------|-------------|
| PERTINENCIA | Los elementos miden lo que se esperaba de los objetivos de Investigación. | | X | | |
| COHERENCIA | Dan una respuesta a la medida de las Variables, indicadores y dimensiones. | | X | | |
| CONGRUENCIA | Están de acuerdo con los avances en ciencia y tecnología. | | | X | |

| | | |
|--------------|---|------------|
| SUFICIENCIA | Son adecuados para medir los indicadores de la variable. | X |
| OBJETIVIDAD | El comportamiento y las acciones son observables y verificables. | X |
| CONSISTENCIA | Se han desarrollado en consonancia con la teoría de las dimensiones de la variable. | X |
| ORGANIZACIÓN | Son distribuidos de acuerdo a dimensiones y proceden de manera secuencial. | X |
| CLARIDAD | Están escritos con un lenguaje fácil de entender. | X |
| OPORTUNIDAD | Instrumento se utiliza en el momento adecuado. | X |
| ESTRUCTURA | El instrumento tiene instrucciones claras. | X |
| TOTAL | | 6 4 |

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30}$$

0.80

| Coeficientes | Validez |
|--------------|--------------|
| 0.40 a más | Muy bueno |
| 0.30 a 0.39 | Bueno |
| 0.20 a 0.29 | Deficiente |
| 0 a 0.19 | Insuficiente |

Tabla 19. Formato para validar los criterios – Experto N°03 (Soporte de california CBR)

I. Datos básicos

| | |
|--|---|
| Fecha | 16 de octubre del 2023 |
| Aprobador | Ing. Alberth Edward Mallqui Ttupa |
| Cargo e institución en la que trabaja | PROINGEMA SAC (PROFESIONAL EN INGENIERÍA GEOTECNIA Y MATERIALES SAC) |
| Instrumento para aprobar | Ficha de datos para calcular el CBR del material de la sub rasante de la carretera en estudio. |
| Propósito del instrumento | Determinar los datos según normativa vigente para el cálculo del CBR de los materiales ensayados de la carretera en estudio |
| Autor(es) | Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa |

II. Los criterios para la validación del instrumento

Revisar cada criterio del instrumento de recolección de datos y marca con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha, teniendo en cuenta:

| | | |
|---|----------------|---|
| 1 | Deficiente (D) | Menos del 30% de los criterios cumplen con los indicadores |
| 2 | Regular (R) | Entre el 31% y 70% de los criterios cumplen con los indicadores |
| 3 | Bueno (B) | Más del 70% de los criterios cumplen con los indicadores |

| Crterios | Indicadores | D [1] | R [2] | B [3] | Observación |
|-------------|--|-------|-------|-------|-------------|
| PERTINENCIA | Los elementos miden lo que se esperaba de los objetivos de Investigación. | | | X | |
| COHERENCIA | Dan una respuesta a la medida de las Variables, indicadores y dimensiones. | | | X | |
| CONGRUENCIA | Están de acuerdo con los avances en ciencia y tecnología. | | X | | |

| | | |
|--------------|---|------------|
| SUFICIENCIA | Son adecuados para medir los indicadores de la variable. | X |
| OBJETIVIDAD | El comportamiento y las acciones son observables y verificables. | X |
| CONSISTENCIA | Se han desarrollado en consonancia con la teoría de las dimensiones de la variable. | X |
| ORGANIZACIÓN | Son distribuidos de acuerdo a dimensiones y proceden de manera secuencial. | X |
| CLARIDAD | Están escritos con un lenguaje fácil de entender. | X |
| OPORTUNIDAD | Instrumento se utiliza en el momento adecuado. | X |
| ESTRUCTURA | El instrumento tiene instrucciones claras. | X |
| TOTAL | | 4 6 |

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30}$$

0.87

| Coeficientes | Validez |
|--------------|--------------|
| 0.40 a más | Muy bueno |
| 0.30 a 0.39 | Bueno |
| 0.20 a 0.29 | Deficiente |
| 0 a 0.19 | Insuficiente |

Los formatos de validación de criterios se pueden encontrar en las tablas 11 a 19, los cuales tienen los siguientes resultados:

Tabla 20. Resultados validados por expertos

| INSTRUMENTO | EXPERTO N°01 | EXPERTO N°02 | EXPERTO N°03 | PROMEDIO |
|---|--------------|--------------|--------------|----------|
| Ficha para calcular el peso índice de plasticidad del material | 0.73 | 0.80 | 0.87 | 0.90 |
| Ficha para determinar el peso específico seco máximo del material | 0.83 | 0.80 | 0.80 | 0.88 |
| Ficha para calcular CBR del material | 0.73 | 0.83 | 0.87 | 0.89 |
| RESULTADO: TIENE VALIDEZ MUY BUENA | | | | |

La Tabla 20 muestra los coeficientes de validez de cada instrumento, que dan como resultado una validez muy buena porque estos coeficientes tienen valores de 0,40 o más.

Análisis de V Aiken

La tabla 21 proporciona una interpretación de la V de Aiken, que calcula la relevancia de los ítems en un dominio de contenido a partir de las evaluaciones de los tres expertos. Las tablas de 11 al 19 contienen las valoraciones y un resumen de la evaluación de cada ficha.

Tabla 21. Tabla que representa el V de Aiken

| V Aiken | Interpretación |
|----------------|-----------------------|
| 0.00 – 0.79 | Débil |
| 0.80 – 0.89 | Aceptable |
| 0.90 – 1.00 | Fuerte |

Tabla 22. Tabla de resumen de evaluación de la ficha de recolección de datos de límites de plasticidad.

| ÍTEMS | EXPERTOS | | | SUMA TOTAL | V AIKEN | DESCRIPCIÓN |
|--------------|-----------------|----------|----------|-------------------|----------------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 0.44 | DÉBIL |
| 2 | 2 | 3 | 2 | 7 | 0.78 | DÉBIL |
| 3 | 3 | 3 | 2 | 8 | 0.89 | ACEPTABLE |
| 4 | 2 | 3 | 3 | 8 | 0.89 | ACEPTABLE |
| 5 | 3 | 2 | 3 | 8 | 0.89 | ACEPTABLE |
| 6 | 2 | 2 | 3 | 7 | 0.78 | DÉBIL |
| 7 | 3 | 3 | 3 | 9 | 1.00 | FUERTE |
| 8 | 2 | 2 | 3 | 7 | 0.78 | DÉBIL |
| 9 | 3 | 3 | 3 | 9 | 1.00 | FUERTE |
| 10 | 1 | 2 | 2 | 5 | 0.56 | DÉBIL |
| MEDIA | | | | | 0.80 | ACEPTABLE |

Debido a que la media del coeficiente de Aiken se encuentra entre 0.80 y 0.89, el coeficiente de validez del instrumento de investigación es de 0.80, lo que es ACEPTABLE.

Tabla 23. Tabla de resumen de evaluación de la ficha de recolección de datos de Grado de compactación

| ÍTEMS | EXPERTOS | | | SUMA TOTAL | V AIKEN | DESCRIPCIÓN |
|--------------|-----------------|----------|----------|-------------------|----------------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1 | 2 | 2 | 2 | 6 | 0.67 | DÉBIL |
| 2 | 3 | 2 | 2 | 7 | 0.78 | DÉBIL |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 9 | 1.00 | FUERTE |
| 4 | 3 | 3 | 3 | 9 | 1.00 | FUERTE |
| 5 | 3 | 2 | 3 | 8 | 0.89 | ACEPTABLE |
| 6 | 2 | 3 | 2 | 7 | 0.78 | DÉBIL |
| 7 | 3 | 3 | 3 | 9 | 1.00 | FUERTE |
| 8 | 2 | 2 | 2 | 6 | 0.67 | DÉBIL |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 8 | 0.89 | ACEPTABLE |
| 10 | 1 | 1 | 2 | 4 | 0.44 | DÉBIL |
| MEDIA | | | | | 0.81 | ACEPTABLE |

Debido a que la media del coeficiente de Aiken se encuentra entre 0.80 y 0.89, el coeficiente de validez del instrumento de investigación es de 0.81, lo que es ACEPTABLE.

Tabla 24. Tabla de resumen de evaluación de la ficha de recolección de datos de (Ensayo de soporte de california CBR)

| ÍTEMS | EXPERTOS | | | SUMA TOTAL | V AIKEN | DESCRIPCIÓN |
|--------------|----------|---|---|------------|-------------|------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1 | 3 | 3 | 3 | 9 | 1.00 | FUERTE |
| 2 | 2 | 3 | 3 | 8 | 0.89 | ACEPTABLE |
| 3 | 1 | 2 | 2 | 5 | 0.56 | DÉBIL |
| 4 | 2 | 3 | 3 | 8 | 0.89 | ACEPTABLE |
| 5 | 3 | 3 | 3 | 9 | 1.00 | FUERTE |
| 6 | 2 | 3 | 2 | 7 | 0.78 | DÉBIL |
| 7 | 3 | 3 | 3 | 9 | 1.00 | FUERTE |
| 8 | 2 | 2 | 2 | 6 | 0.67 | DÉBIL |
| 9 | 3 | 2 | 3 | 8 | 0.89 | ACEPTABLE |
| 10 | 1 | 1 | 2 | 4 | 0.44 | DÉBIL |
| MEDIA | | | | | 0.81 | ACEPTABLE |

Debido a que la media del coeficiente de Aiken se encuentra entre 0.80 y 0.89, el coeficiente de validez del instrumento de investigación es de 0.81, lo que es ACEPTABLE.

3.6. ESTUDIOS DE TRÁFICO VEHICULAR

El espacio geográfico que separa a las localidades de Maranura-Mandor-Pavayocc; dichos lugares carecen de articulación vial en condiciones óptimas, que posibilite su inserción en las actividades económicas de la Provincia de la Convención, actividades con las cuales lograría a mejorar la calidad de vida de lo pobladores de dichas zonas, lo que se busca con el mejoramiento de esta vía es obtener un adecuado nivel de transpirabilidad de la carretera en estudio.

El estudio de tráfico tiene por objetivo, recoger y sistematizar la información obtenida en campo a fin de determinar los indicadores del tráfico de la carretera en estudio, los cuales serán tomados en consideración como justificación del presente estudio de investigación, además elaborar un planteamiento técnico definitivo de ingeniería para la intervención y mejoramiento de esta carretera.

El trabajo se inicia en campo con el levantamiento de aforo vehicular, en la estación que lo hemos denominado, E-001, de esta manera se obtiene el Índice Medio Diario (IMD) de los siete

días que comprende el estudio en campo, esta se desestacionaliza con la aplicación de un factor de corrección a fin de determinar el Índice Medio Diario Anual (IMDa) del tráfico correspondiente al tramo de la carretera Maranura-Mandor-Pavayocc.

Así mismo hemos tomado como referencia el estudio de tráfico vehicular de esta misma zona en febrero del 2014, del cual se ha tomado datos como el factor de corrección, así como la tasa de crecimiento vehicular para el pronóstico.

Se procedió con el levantamiento de información, para ello se hizo el reconocimiento y ubicación de estaciones de conteo, durante este proceso se determinó que en la actualidad las localidades de Maranura y Pavayocc, se hallan interconectadas por dos vías, la primera es la ruta Nacional que transita por las zonas de Maranura-Uchumayo-Quillabamba, mientras que la ruta Regional, ruta donde se va a intervenir transita por las localidades de Maranura-Mandor-Pavayocc. Bajo estas consideraciones se ha visto por conveniente desarrollar el conteo vehicular a la salida de Maranura que lo hemos denominado E-001.

Las labores de campo se iniciaron a las 00.00 horas del día 25 de marzo del 2024 hasta 31 de marzo del 2024. Se llevo a cabo el registro de todos los vehículos haciendo uso de los formatos de cuantificación y clasificación del tráfico.

El conteo y clasificación de realizo por medio de método manual, para lo cual se ha requerido materiales, como formatos, tableros, lapiceros y otros. Para llevar a cabo la actividad de conteo se establecieron 3 turnos de trabajo de 8 horas, para lo cual se ha contratado a personal exterior previo capacitación para la cobertura de las 24 horas del día.

Una vez culminada el levantamiento de información de conteo vehicular, se procedió el trabajo en gabinete, para lo cual se ha ingresado datos a cuadros Excel a fin de procesar la información y determinar el IMDa

3.6.1. Resultados del conteo vehicular

El conteo vehicular se ha desarrollado en la estación E-001, respectando las metodologías del Ministerio del Transporte y Comunicaciones se tiene los resultados

Tabla 25. Conteo vehicular en la estación E-001, Maranura alta

| TIPO DE VEHÍCULO | MARZO | | | | | | | TOTAL | |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-----|
| | 25/3/24 | 26/3/24 | 27/3/24 | 28/3/24 | 29/3/24 | 30/3/24 | 31/3/24 | | |
| Auto | 98 | 103 | 90 | 70 | 93 | 119 | 125 | 698 | |
| Station Wagon | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 16 | |
| Camioneta | PICK UP | 70 | 60 | 64 | 65 | 69 | 93 | 85 | 506 |
| | PANEL | | | | | | | | - |
| | RURAL | 73 | 52 | 67 | 60 | 71 | 85 | 88 | 496 |
| Micro | | | | | | | | - | |

| | | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| Bus | 2E | 27 | 23 | 21 | 25 | 23 | 28 | 30 | 177 |
| | 3E | | | | | | | | - |
| Camión | 2E | 85 | 48 | 64 | 71 | 87 | 109 | 82 | 546 |
| | 3E | 32 | 29 | 31 | 46 | 43 | 44 | 25 | 250 |
| | 4E | | | | | | | | - |
| Semi Trayler | 2S1/2S2 | | | | | | | | - |
| | 2S3 | | | | | | | | - |
| | 3S1/3S2 | | | | | | | | - |
| | >=3S3 | | | | | | | | - |
| Trayler | 2T2 | | | | | | | | - |
| | 2T3 | | | | | | | | - |
| | 3T2 | | | | | | | | - |
| | >=3T3 | | | | | | | | - |
| TOTAL | | 387 | 318 | 339 | 340 | 388 | 480 | 437 | 2,689 |

Se utilizo factores de corrección de estudio de tráfico del proyecto “Mejoramiento de la carretera Maranura-Mandor-Pavayocc de Maranura, Provincia de la Convención” dentro de sus estudios básicos denominado estudio de tráfico vehicular, en que indica que se tomó Factor de Corrección Estacional de los últimos años y se ha considerado al peaje más cercano al área de estudio, en este caso el peaje Huillque, considerando que la variación de flujos vehiculares son provenientes de la zona en estudio, en donde transportan café, cacao, achiote y otros hasta la costa para su respectiva exportación. Considerando ello los factores de corrección utilizados son para vehículos ligeros 1.0000 y para vehículos pesados 1.078885064, los cuales se utilizan para determinar el IMDa.

3.6.2. Índice Medio Diario Anual (IMDa)

Tabla 26. Índice Medio Diario Anual (IMDa)

| E-001 - Salida Maranura | | | | | |
|-------------------------|-------------------|-------------------|------------|-----------------------------------|--|
| Vehículo | Maranura - Mandor | Mandor - Maranura | IMDa | Distribución por Tipo de Vehículo | Distribución por Capacidad de Vehículo |
| Automóvil | 54.00 | 46.00 | 100.00 | 25.3% | 62.3% |
| Station Wagon | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 0.8% | |
| Pick Up | 37.00 | 35.00 | 72.00 | 18.2% | |
| Panel | - | - | - | 0.0% | |
| C. Rural | 36.00 | 35.00 | 71.00 | 18.0% | |
| Microbús | - | - | - | 0.0% | |
| Bus 2E | 15.00 | 12.00 | 27.00 | 6.8% | 37.7% |
| Bus 3E | - | - | - | 0.0% | |
| Camión 2E | 43.00 | 41.00 | 84.00 | 21.3% | |
| Camión 3E | 16.00 | 22.00 | 38.00 | 9.6% | |
| Camión 4E | - | - | - | 0.0% | |
| Semitrayler 2S1/2S2 | - | - | - | 0.0% | |
| Semitrayler 2S3 | - | - | - | 0.0% | |
| Semitrayler 3S1/3S2 | - | - | - | 0.0% | |
| Semitrayler >=3S3 | - | - | - | 0.0% | |
| Trayler 2T2 | - | - | - | 0.0% | |
| Trayler 2T3 | - | - | - | 0.0% | |
| Trayler 3T2 | - | - | - | 0.0% | |
| Trayler 3T3 | - | - | - | 0.0% | |
| TOTAL | 202 | 193 | 395 | 100% | 100% |

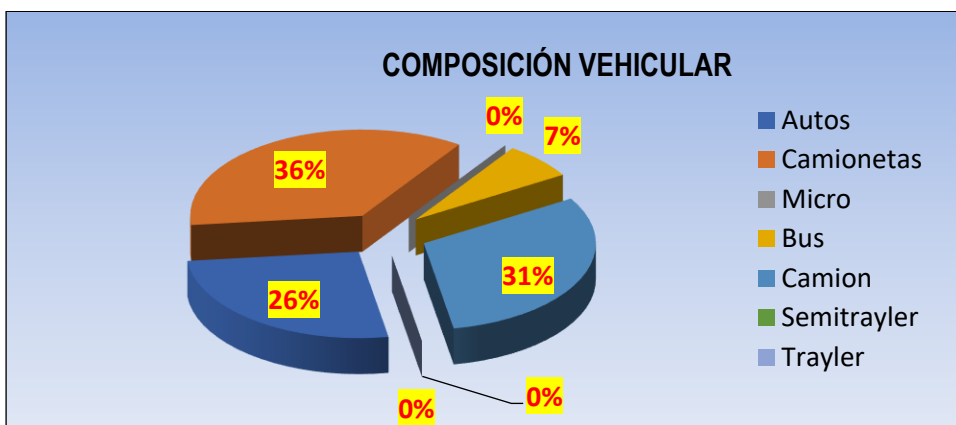
Como se puede apreciar en la Tabla 26, se muestra la cantidad de vehículos tanto de salida o entrada, es decir de Maranura a Mandor y viceversa, ya con sus respectivos factores de corrección, sumando los IMDa resulta 395 Vehículos por día, lo que quiere decir que esta carretera sería de tercera clase, debido a que el IMDa está 201 a 400 vehículos, según MTC-2014

Tabla 27. Índice Medio Diario Anual (IMDa) con Factor de corrección del peaje Huillque

| ESTUDIO DE TRÁFICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|-------------------|---------------|--------------------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|-------------|
| TRAMO DE LA CARRETERA | | Maranura - Mandor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SENTIDO | | Maranura | | | | | | | | | Mandor | | | | | | | | | | | | |
| UBICACIÓN | | Ingreso Maranura | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | ESTACIÓN | | Salida Maranura | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | CÓDIGO | | E-001 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | DÍA Y FECHA | | 25/03/2024 AL 31/03/2024 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | SENTIDO | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | | BUS | | | CAMIÓN | | | | SEMI TRAYLER | | | TRAYLER | | | TOTAL | % | |
| | | | | PICK UP | PANEL | RURAL | MICRO | 2E | 3E | 2E | 3E | 4E | 2S1/2S2 | 2S3 | 3S1/3S2 | >=3S3 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | >=3T3 | | | |
| lun 25-Marzo | Maranura - Mandor | 50 | 0 | 37 | 0 | 37 | 0 | 16 | 0 | 44 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 198 | 51% |
| | Mandor - Maranura | 48 | 2 | 33 | 0 | 36 | 0 | 11 | 0 | 41 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 189 | 49% |
| | Ambos | 98 | 2 | 70 | 0 | 73 | 0 | 27 | 0 | 85 | 32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 387 | 100% |
| mar 26-Marzo | Maranura - Mandor | 64 | 0 | 26 | 0 | 27 | 0 | 12 | 0 | 24 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 164 | 52% |
| | Mandor - Maranura | 39 | 3 | 34 | 0 | 25 | 0 | 11 | 0 | 24 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 154 | 48% |
| | Ambos | 103 | 3 | 60 | 0 | 52 | 0 | 23 | 0 | 48 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 318 | 100% |
| mié 27-Marzo | Maranura - Mandor | 49 | 0 | 35 | 0 | 34 | 0 | 13 | 0 | 32 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 175 | 52% |
| | Mandor - Maranura | 41 | 2 | 29 | 0 | 33 | 0 | 8 | 0 | 32 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 164 | 48% |
| | Ambos | 90 | 2 | 64 | 0 | 67 | 0 | 21 | 0 | 64 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 339 | 100% |
| jue 28-Marzo | Maranura - Mandor | 36 | 3 | 30 | 0 | 27 | 0 | 14 | 0 | 36 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 171 | 50% |
| | Mandor - Maranura | 34 | 0 | 35 | 0 | 33 | 0 | 11 | 0 | 35 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 169 | 50% |
| | Ambos | 70 | 3 | 65 | 0 | 60 | 0 | 25 | 0 | 71 | 46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 340 | 100% |
| vie 29-Marzo | Maranura - Mandor | 44 | 1 | 34 | 0 | 31 | 0 | 12 | 0 | 48 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 189 | 49% |
| | Mandor - Maranura | 49 | 1 | 35 | 0 | 40 | 0 | 11 | 0 | 39 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 199 | 51% |
| | Ambos | 93 | 2 | 69 | 0 | 71 | 0 | 23 | 0 | 87 | 43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 388 | 100% |
| sáb 30-Marzo | Maranura - Mandor | 64 | 1 | 49 | 0 | 49 | 0 | 14 | 0 | 59 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 253 | 53% |
| | Mandor - Maranura | 55 | 1 | 44 | 0 | 36 | 0 | 14 | 0 | 50 | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 227 | 47% |
| | Ambos | 119 | 2 | 93 | 0 | 85 | 0 | 28 | 0 | 109 | 44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 480 | 100% |
| dom 31-Marzo | Maranura - Mandor | 72 | 0 | 48 | 0 | 48 | 0 | 19 | 0 | 36 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 230 | 53% |
| | Mandor - Maranura | 53 | 2 | 37 | 0 | 40 | 0 | 11 | 0 | 46 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 | 47% |
| | Ambos | 125 | 2 | 85 | 0 | 88 | 0 | 30 | 0 | 82 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 437 | 100% |
| Factor de Corrección Peaje de Huillque | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| IMDa | SENTIDO | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | | BUS | | | CAMIÓN | | | | SEMI TRAYLER | | | TRAYLER | | | TOTAL | % | |
| | | | | PICK UP | PANEL | RURAL | MICRO | 2E | 3E | 2E | 3E | 4E | 2S1/2S2 | 2S3 | 3S1/3S2 | >=3S3 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | >=3T3 | | | |
| | Maranura - Mandor | 54 | 1 | 37 | 0 | 36 | 0 | 15 | 0 | 43 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 202 | 51% |
| | Mandor - Maranura | 46 | 2 | 35 | 0 | 35 | 0 | 12 | 0 | 41 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 193 | 49% |
| | Ambos | 100 | 3 | 72 | 0 | 71 | 0 | 27 | 0 | 84 | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 395 | 100% |
| Porcentaje | 25% | 1% | 18% | 0% | 18% | 0% | 7% | 0% | 21% | 10% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | | |

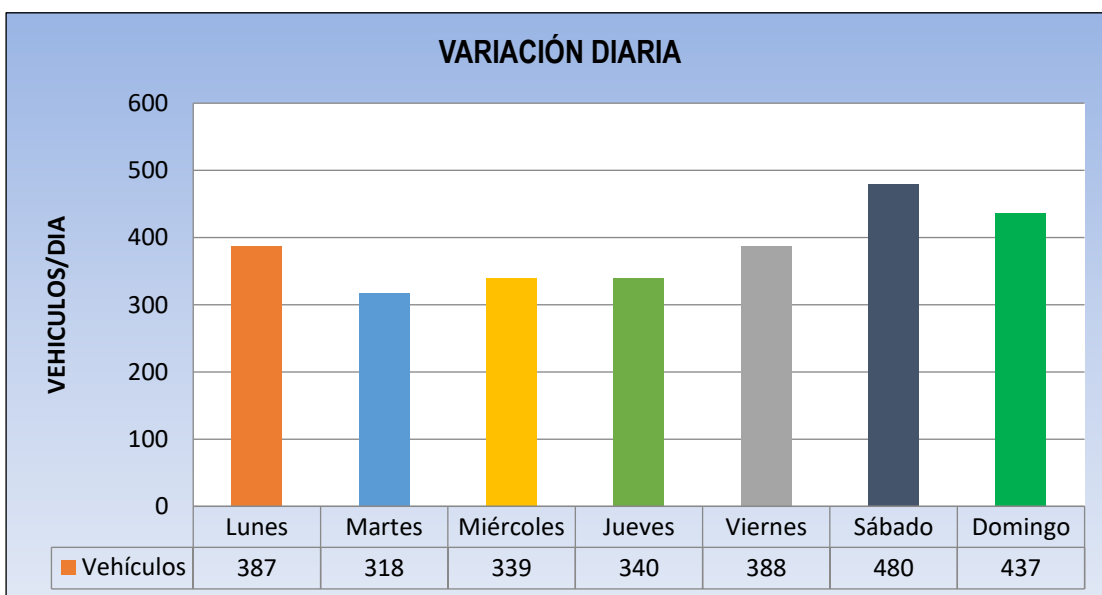
En la tabla 26 se puede observar que el IMDa es de 395 vehículos, lo cual quiere decir que por la estación pasan 395 vehículos al día, esto considerando los factores de corrección del peaje de Huillque, por ser la estación más cerca a la zona en estudio.

Figura 4. Composición vehicular



En la figura 3 nos muestra la composición porcentual de tráfico, por tipo de vehículo que circula por esta carretera, el flujo vehicular tiene una predominancia de camionetas pick up, camión, autos y bus, los cuales representan 36%,31%,26% y 7% respectivamente.

Figura 5. Variación diaria - cantidad de vehículos por día



En la Figura 4 se aprecia que hay un alto flujo vehicular los días sábados y domingos esto es debido a que comercialización de los productos agropecuarios se centra en la ciudad de Quillabamba, esta ciudad ha alcanzado un mecanismo de comercialización de diferentes productos que produce la Provincia de Quillabamba, porque hay transacciones de compra y venta, distribución de los productos, considerando que hay tres mercados en la ciudad de Quillabamba.

3.7. TOMA DE DATOS

3.7.1. Ubicación de la Elaboración y Recolección de Datos

La recolección de datos en esta investigación se realizó en el Distrito de Maranura, Provincia de la Convención Departamento de Cusco.

Figura 6. Mapa de la Provincia de la Convención



Figura 3. Colaboradores de Wikipedia, "Provincia de La Convención, disponible https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_La_Convenci%C3%B3n. Visitado el 15 de abril de 2024.

La recolección de nuestras muestras se tomó en el tramo de la carretera de Maranura – Quillabamba, más específicamente en el tramo de la carretera entre Maranura - Mandor desde el kilómetro 5 al kilómetro 8 del mismo, que está ubicado en la Provincia de La Convención Departamento de Cusco.

Figura 7. Tramo Maranura – Mandor-Quillabamba

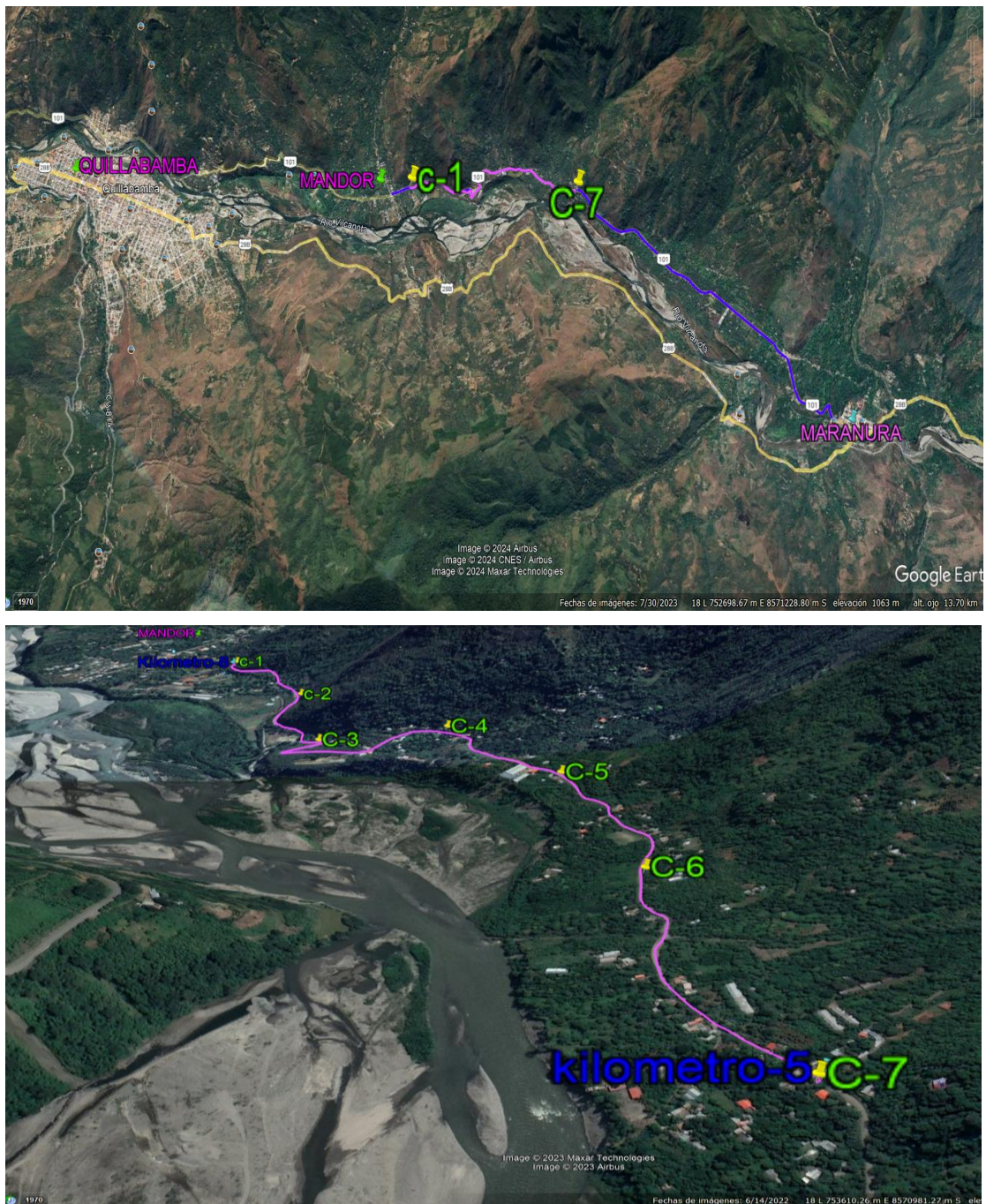


Figura: Google Earth

3.7.2. Instrumentos

- Equipos de excavación (Pico, pala, barreta)
- Equipos de medición (Wincha, GPS)
- Equipos de protección (Casco, zapatos punta de acero, guantes)

3.7.3. Procedimiento

Se procedió con el reconocimiento y exploración visual de la carretera, en el que se inició con el kilómetro 5 hasta el kilómetro 8 del tramo en estudio, de esa manera se fijó los puntos de

excavación para la extracción de la muestra para el estudio, que lo hemos establecido cada 0.5 km desde el punto de inicio hasta el final.

Figura 8. Reconocimiento de la zona de estudio.



Se realizó 7 calicatas, profundidad de 1.50 m (coordenadas UTM DATUM WGS 84)

Calicata N°01: Norte 8572702.00 m Este 752626.00 m Altitud 1047.00 msnm

Calicata N°02: Norte 8572321.00 m Este 752900.00 m Altitud 1026.00 msnm

Calicata N°03: Norte 8571890.00 m Este 753043.00 m Altitud 1024.00 msnm

Calicata N°04: Norte 8571885.00 m Este 753324.00 m Altitud 1059.00 msnm

Calicata N°05: Norte 8571537.00 m Este 753573.00 m Altitud 1063.00 msnm

Calicata N°06: Norte 8571104.00 m Este 753704.00 m Altitud 1056.00 msnm

Calicata N°07: Norte 8570536.00 m Este 753840.00 m Altitud 1059.00 msnm



Figura 9. Extracción de muestras de las calicatas






3.8. Perfil estratigráfico



Tabla 28. Perfil estratigráfico de las 7 calicatas en estudio



| Calicata N° | 1 | Muestra | 1 |
|-------------|-------|-------------------|---------|
| Progresiva | 8+000 | 18L Coordenadas N | 8572702 |
| Cota | 1,047 | E | 752626 |


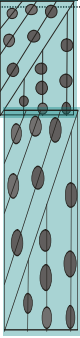
| Prof. M. | Simb | Clasif | Descripción | Ensayos Muestras |
|----------|--|--------|--|--|
| 0.30 |  | | Material alterado | |
| 1.20 |  | GP-GC | Coloración: Marrón terroso Compacidad: Algo compacto Humedad: húmedo | Muestra: M-1 Profund. (1.50m) Densid.Nat Volum. |

| Calicata N° | 2 | Muestra | 1 |
|-------------|---|---------|---|
|-------------|---|---------|---|


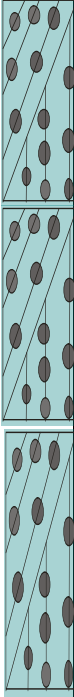
| Progresiva | 7+500 | 18L Coordenadas N | 8572321 | |
|------------|--|-------------------|--|---|
| Cota | 1,026 | E | 752900 | |
| Prof. M. | Simb | Clasif | Descripción | Ensayos Muestras |
| 0.10 |  | | Material alterado | |
| 1.40 |  | GC | Coloración: Plomizo, gris marrón Compacidad: Compacto, rocoso Humedad: Poco húmedo | Muestra: M-1 Profund. (1.50 m) Densid.Nat Volum. |
| |  | | | |



| Calicata N° | 3 | Muestra | 1 | |
|-------------|---|-------------------|--|-----------------------------------|
| Progresiva | 7+000 | 18L Coordenadas N | 8571890 | |
| Cota | 1,024 | E | 753043 | |
| Prof. M. | Simb | Clasif | Descripción | Ensayos Muestras |
| 0.30 |  | | Material alterado | |
| |  | | Coloración: Marrón terroso Compacidad: Compacto, granular arcilloso | Muestra: M-1 Profund. (1.50 m) |



| | | | | | |
|---|------|---|-----------|----------------------|----------------------|
|  | 1.20 |  | GC | Humedad: Poco húmedo | Densid.Nat Volum. |
|---|------|---|-----------|----------------------|----------------------|






| Prof. M. | Simb | Clasif | Descripción | Ensayos Muestras |
|----------|---|--------------|---|---|
| 0.40 |  | | Material alterado | |
| 1.10 |  | GM-GC | Coloración: Marrón amarillento Compacidad: Compacto, granular arcilloso Humedad: Húmedo | Muestra: M-1 Profund. (1.50 m) Densid.Nat Volum. |

| | | | |
|-------------|--------------|-------------------|----------------|
| Calicata N° | 5 | Muestra | 1 |
| Progresiva | 6+000 | 18L Coordenadas N | 8571537 |

| Cota | | 1,063 | E | 753573 |
|----------|--|--------|--|---|
| Prof. M. | Simb | Clasif | Descripción | Ensayos Muestras |
| 0.40 |  | | Material alterado | |
| 1.10 |  | GM-GC | Coloración: Marrón amarillento Compacidad: Compacto, granular arcilloso Humedad: Poco Húmedo | Muestra: M-1 Profund. (1.50 m) Densid.Nat Volum. |

| Calicata N° | 6 | Muestra | 1 | |
|-------------|---|-------------------|--|-----------------------------------|
| Progresiva | 5+500 | 18L Coordinadas N | 8571104 | |
| Cota | 1,056 | E | 753704 | |
| Prof. M. | Simb | Clasif | Descripción | Ensayos Muestras |
| 0.25 |  | | Material alterado | |
| |  | | Coloración: Marrón amarillento Compacidad: Compacto, granular arcilloso | Muestra: M-1 Profund. (1.50 m) |

| | | | | | |
|---|------|---|-----------|----------------------|----------------------|
|  | 1.25 |  | GM | Humedad: Poco Húmedo | Densid.Nat Volum. |
|---|------|---|-----------|----------------------|----------------------|

| Calicata N° | 7 | Muestra | | 1 |
|---|-------|---|--|---|
| Progresiva | 5+000 | 18L Coordenadas N | | 8570536 |
| Cota | 1,059 | E | | 753840 |
| Prof. M. | Simb | Clasif | Descripción | Ensayos Muestras |
|  | 0.30 |  | Material alterado | |
|  | 1.20 |  | Coloración: Marrón terroso Compacidad: Compacto, granular arcilloso Humedad: Poco Húmedo | Muestra: M-1 Profund. (1.50 m) Densid.Nat Volum. |
|  | | | | |

3.9. Ensayos de laboratorio por cada calicata

3.9.1. Límites de Atterberg

3.9.1.1. Límite líquido

a) Equipos: Un equipo de Casagrande (referencia: Norma ASTM N° D 4318), una balanza de sensibilidad, un tamiz número 40, un ranurador, taras, espátulas y contenedores.

b) Procedimiento:

- Se debe tamizar el material o muestra de suelo a través de la malla N° 40, luego se coloca una porción de 100 gr de material en un recipiente de porcelana se le adiciona gradualmente agua destilada, luego de humedecer el suelo y así conseguir una consistencia homogénea.
- Para empezar, el equipo de Casagrande se calibra, donde la altura de caída debe de ser de 10 mm exactamente. La cuchara de bronce del equipo de Casagrande se limpia completamente para luego secarla antes de realizar nuestro ensayo, se coloca el suelo homogéneo en la cuchara del equipo de Casagrande, entre un aproximado de 50 - 70 gr, de tal manera se obtuvo una superficie plana en la cuchara de 1 cm de altura, con la espátula se nivela de forma horizontal y con el acanalador se realiza un surco del interior al exterior.
- Después, se conduce a girar la manivela del equipo de Casagrande, a una revolución aproximando de 2 golpes por segundo, tomando en cuenta que la cuchara cae de una altura de 1 cm, hasta que logre cerrarse en la base del surco en una longitud de 12 mm contando el número de golpes.
- Se registra el número de golpes a cada una de las muestras que realizo en laboratorio, tomando en consideración los parámetros: 15 – 25 golpes; 20 – 30 golpes; 25 – 35 golpes.
- Una muestra de 10 gramos aproximadamente de cada ensayo que hicimos se colocó en sus respectivas latas (toma de muestras), se pesó y se colocó en un horno eléctrico por al menos 8 horas.
- Las muestras se retiraron para su medida de peso correspondiente al día siguiente y luego se tomarán los datos de las 7 calicatas en estudio y se realizó el procesamiento de estos en cuadros Excel.

Figura 10. Ensayo de Límite líquido de las 7 calicatas



c) Toma de datos

Tabla 29. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N°01

|  Universidad Continental | | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|--|---|--|--------|--------|--------|
| | | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023. | | | |
| Ensayo: | Límite líquido | | | | |
| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 06-05-2023 | | | | |
| Tesistas: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | |
| Descripción | | M-1 | M-2 | M-3 | M-4 |
| Código de cápsula | Cod | C-06 | C-03 | C-02 | C-01 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 30.229 | 32.399 | 32.670 | 33.422 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 27.838 | 29.587 | 29.988 | 30.388 |
| Peso del agua | gr | | | | |
| Peso de cápsula | gr | 18.02 | 18.14 | 19.42 | 18.47 |
| Peso del suelo seco | gr | | | | |
| Número de golpes | n* | 35 | 32 | 28 | 25 |
| Contenido de Humedad | % | | | | |

Tabla 30. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N°02


| | | | | | |
|---|--|--------|--------|--------|--------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | | |
| Ensayo: | Límite líquido | | | | |
| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 06-05-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | |
| | Descripción | M- 1 | M- 2 | M- 3 | M- 4 |
| Código de cápsula | Cod. | C-18 | C-16 | C-17 | C-11 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 32.821 | 27.795 | 32.133 | 33.064 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 29.745 | 25.806 | 28.856 | 29.3 |
| Peso del agua | gr | | | | |
| Peso de cápsula | gr | 19.27 | 19.02 | 18.59 | 17.82 |
| Peso del suelo seco | gr | | | | |
| Número de golpes | n* | 40 | 38 | 20 | 17 |
| Contenido de Humedad | % | | | | |

Tabla 31. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N°03

| | | | | | |
|---|--|------|------|------|------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | | |
| Ensayo: | Límite líquido | | | | |
| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 06-05-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | |
| | Descripción | M- 1 | M- 2 | M- 3 | M- 4 |
| Código de Capsula | Cod. | C-09 | C-14 | C-13 | C-07 |

| | | | | | |
|--------------------------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Peso de capsula + Suelo húmedo | gr | 30.931 | 35.892 | 31.618 | 31.871 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 28.327 | 32.157 | 29.023 | 29.118 |
| Peso del agua | gr | | | | |
| Peso de cápsula | gr | 18.83 | 18.10 | 19.04 | 18.23 |
| Peso del suelo seco | gr | | | | |
| Número de golpes | n* | 16 | 24 | 30 | 37 |
| Contenido de Humedad | % | | | | |

Tabla 32. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N° 04



Universidad
Continental

**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON
CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA
COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR;
MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.**

| | |
|--------------------|---|
| Ensayo: | Límite líquido |
| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) |
| Fecha: | 06-05-2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | |
|--------------------------------|------|--------|--------|--------|--------|
| Descripción | | M- 1 | M- 2 | M- 3 | M- 4 |
| Código de cápsula | Cod. | B-02 | B-03 | B-04 | B-05 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 33.927 | 28.024 | 24.412 | 30.835 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 30.478 | 24.846 | 21.87 | 27.614 |
| Peso del agua | gr | | | | |
| Peso de cápsula | gr | 15.69 | 11.72 | 12.04 | 15.12 |
| Peso del suelo seco | gr | | | | |
| Número de golpes | n* | 30 | 25 | 17 | 15 |
| Contenido de Humedad | % | | | | |

Tabla 33. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N°05


| | | | | | | |
|---|--|------|--------|--------|--------|--------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | | | |
| Ensayo: | Límite líquido | | | | | |
| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | | |
| Fecha: | 07-05-2023 | | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | |
| | Descripción | | M- 1 | M- 2 | M- 3 | M- 4 |
| | Código de cápsula | Cod. | B-10 | B-11 | B-12 | B-01 |
| | Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 30.078 | 30.453 | 28.732 | 22.488 |
| | Peso de capsula + Suelo seco | gr | 26.898 | 27.085 | 26.12 | 20.325 |
| | Peso del agua | gr | | | | |
| | Peso de cápsula | gr | 15.51 | 14.53 | 15.83 | 12.07 |
| | Peso del suelo seco | gr | | | | |
| | Número de golpes | n* | 13 | 18 | 21 | 25 |
| | Contenido de Humedad | % | | | | |

Tabla 34. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N° 06

| | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | | |
| Ensayo: | Límite líquido | | | | |
| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 07-05-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |

| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | |
|--------------------------------|------|--------|--------|--------|--------|
| Descripción | | M- 1 | M- 2 | M- 3 | M- 4 |
| Código de cápsula | Cod. | B-06 | B-07 | B-08 | B-09 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 27.094 | 28.514 | 26.542 | 30.577 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 24.014 | 25.13 | 22.683 | 26.547 |
| Peso del agua | gr | | | | |
| Peso de cápsula | gr | 15.40 | 15.81 | 11.66 | 15.30 |
| Peso del suelo seco | gr | | | | |
| Número de golpes | n* | 16 | 14 | 24 | 20 |
| Contenido de Humedad | % | | | | |

Tabla 35. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite líquido-Calicata N° 07

|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
|---|---|--------|--------|--------|--------|
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO - 2023. | | | | |
| Ensayo: | Límite líquido | | | | |
| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 07-05-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | |
| Descripción | | M- 1 | M- 2 | M- 3 | M- 4 |
| Código de cápsula | Cod. | C-08 | C-15 | C-04 | C-05 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 33.624 | 33.078 | 35.468 | 33.221 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 29.921 | 29.768 | 31.652 | 29.757 |
| Peso del agua | gr | | | | |
| Peso de cápsula | gr | 18.30 | 18.06 | 18.28 | 17.66 |
| Peso del suelo seco | gr | | | | |
| Número de golpes | n* | 18 | 32 | 36 | 46 |
| Contenido de Humedad | % | | | | |

3.9.1.2. Límite Plástico

a) Equipos: El horno eléctrico, una balanza de sensibilidad, Vasija de porcelana, placa de vidrio, taras, varilla de 3 mm, tamiz número 40, recipiente y espátulas

b) Procedimiento:

- Con el suelo que pasó por la malla N° 40, se agregó una pequeña cantidad de material a una vasija de porcelana y se agregó gradualmente agua destilada hasta que el suelo quede húmedo completamente, a fin de obtener una pasta homogénea.
- Se recolectó una cantidad de suelo de alrededor de 1 cm³ de volumen sobre una placa de vidrio esmerilado (vidrio poroso), y luego se formaron pequeños cilindros o bastones de 3.00 mm de diámetro, haciendo rodar con las yemas de nuestros dedos.
- Se repite esta operación hasta que se puedan cortar cilindros de 3 mm de diámetro en trozos de menos de 1 cm de largo. Se sigue el mismo proceso con porciones de 1 cm³ de la misma muestra de suelo.
- Luego se midió el peso total de las muestras hasta reunir al menos 6 gramos y luego se colocaron en cápsulas para hornear por 24 horas. Al día siguiente, se retirarán para su peso correspondiente, con los datos obtenidos se procede a realizar el procesamiento de datos.
- Se calcula el índice de plasticidad ($IP=LL_{LP}$), en base a los resultados de Límite líquido y límites plástico.

Figura 11. Ensayo sobre límite plástico



c) Tabla de datos

Tabla 36. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 01



|  Universidad Continental | | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|--|--|---|-------|-------|-------|
| TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | | | |
| Ensayo: | Límite Plástico | | | | |
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 06/05/2023 | | | | |
| Tesistas: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
| Descripción | | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| Código de cápsula | Cod. | 1 | 10 | 4 | 3 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 3.183 | 2.971 | 3.134 | 3.043 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 2.932 | 2.785 | 2.942 | 2.836 |
| Peso del agua | gr | | | | |
| Peso de cápsula | gr | 1.71 | 1.63 | 1.72 | 1.66 |
| Peso del suelo seco | gr | | | | |
| Contenido de Humedad | % | | | | |

Tabla 37. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 02

|  Universidad Continental | | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|--|--|---|-------|-------|-------|
| TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | | | |
| Ensayo: | Límite Plástico | | | | |
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 06/05/2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
| Descripción | | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| Código de cápsula | Cod. | D-11 | D-5 | D-8 | D-12 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 4.223 | 3.980 | 3.703 | 3.041 |

| | | | | | |
|------------------------------|----|-------|-------|-------|-------|
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 3.917 | 3.715 | 3.465 | 2.813 |
| Peso del agua | gr | | | | |
| Peso de cápsula | gr | 2.44 | 2.43 | 2.47 | 1.70 |
| Peso del suelo seco | gr | | | | |
| Contenido de Humedad | % | | | | |

Tabla 38. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 03



| | | | | | |
|---|---|----------|-------|-------|-------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO - 2023. | | | | |
| Ensayo: | Límite Plástico | | | | |
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 06/05/2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
| | Descripción | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| | Código de cápsula | Cod. 9 | 5 | 12 | 8 |
| | Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr 3.396 | 3.426 | 3.098 | 3.335 |
| | Peso de capsula + Suelo seco | gr 3.1 | 3.173 | 2.876 | 3.086 |
| | Peso del agua | gr | | | |
| | Peso de cápsula | gr 1.66 | 1.72 | 1.79 | 1.76 |
| | Peso del suelo seco | gr | | | |
| | Contenido de Humedad | % | | | |

Tabla 39. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 04

| | | | | | |
|---|---|--|--|--|--|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO - 2023. | | | | |
| Ensayo: | Límite Plástico | | | | |
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |

| | | | | | | |
|------------------------|--|------|-------|-------|-------|-------|
| Fecha: | 06/05/2023 | | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | | |
| | Descripción | | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| | Código de cápsula | Cod. | A-03 | A-04 | A-05 | A-08 |
| | Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 9.357 | 9.281 | 9.386 | 8.74 |
| | Peso de capsula + Suelo seco | gr | 9.131 | 8.995 | 9.19 | 8.515 |
| | Peso del agua | gr | | | | |
| | Peso de cápsula | gr | 7.88 | 7.43 | 8.02 | 7.24 |
| | Peso del suelo seco | gr | | | | |
| | Contenido de Humedad | % | | | | |

Tabla 40. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 05



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO - 2023.

| | | | | | | |
|------------------------|--|------|-------|--------|--------|-------|
| Ensayo: | Límite Plástico | | | | | |
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | | |
| Fecha: | 07/05/2023 | | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | | |
| | Descripción | | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| | Código de cápsula | Cod. | A-09 | A-06 | A-11 | A-02 |
| | Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 9.9 | 13.569 | 10.908 | 9.81 |
| | Peso de capsula + Suelo seco | gr | 9.567 | 13.209 | 10.593 | 9.49 |
| | Peso del agua | gr | | | | |
| | Peso de cápsula | gr | 8.12 | 11.61 | 9.17 | 8.08 |
| | Peso del suelo seco | gr | | | | |
| | Contenido de Humedad | % | | | | |

Tabla 41. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 06



| | | | | | |
|--|--|--------|-------|--------|-------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | | |
| Ensayo: | Límite Plástico | | | | |
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 07/05/2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
| Descripción | | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| Código de cápsula | Cod. | A-10 | A-12 | A-07 | A-01 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 12.884 | 8.339 | 12.309 | 9.29 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 12.69 | 8.087 | 12.087 | 9.038 |
| Peso del agua | gr | | | | |
| Peso de cápsula | gr | 11.89 | 7.20 | 11.29 | 8.05 |
| Peso del suelo seco | gr | | | | |
| Contenido de Humedad | % | | | | |

Tabla 42. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre Límite Plástico-Calicata N° 07

| | | | | | |
|--|--|-------|-------|-------|-------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | | |
| Ensayo: | Límite Plástico | | | | |
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 07/05/2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
| Descripción | | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| Codigo de capsula | Cod. | 3 | 10 | 2 | 4 |
| Peso de capsula + Suelo humedo | gr | 4.505 | 3.709 | 3.962 | 4.235 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 4.13 | 3.487 | 3.697 | 3.917 |

| | | | | | |
|----------------------|----|------|------|------|------|
| Peso del agua | gr | | | | |
| Peso de cápsula | gr | 2.49 | 2.44 | 2.48 | 2.45 |
| Peso del suelo seco | gr | | | | |
| Contenido de Humedad | % | | | | |

3.9.2. Ensayo de granulometría

a) **Equipos:** Se utilizaron balanza de precisión, juego de tamices, recipientes de diferentes tamaños brocha de cerdas, horno eléctrico y brocha de fierro.

b) **Procedimiento:**

- Para realizar el proceso de tamizado del suelo extraído de área de estudio, primero Se procede a cuartear las muestras para obtener muestras representativas por cada calicata, el cual oscila en promedio 2,500 gr. Cada muestra es sometida a secado en un horno durante 24 horas, al día siguiente es sacado del horno, y pesado de esa manera se obtuvo el peso de material seca de cada calicata.
- Ya una vez pesado la muestra, es sometido a lavado con la utilización de un lavador a fin de eliminar los finos hasta que la muestra quede libres partículas pequeñas, por lo mismo que estas se pegan a las gravas, este proceso se realiza la muestra de cada calicata.
- Estas muestras ya lavadas se someten a proceso de secado con la utilización de un horno durante 24 horas, inmediatamente después de esta es sacado del horno y pesado en una balanza.
- Se ordenan los tamices de menor abertura a mayor es decir de N° 200 a 2”, para luego ser sometido al proceso de tamizado esta se dio por lo menos durante unos 4 a 5 minutos aproximadamente.
- Luego de eso procedió a ser pesado todas las partículas retenidas en cada malla, todo el proceso con la utilización de herramientas como la brocha, ya sea de fierro o cerda. Estas muestras son anotadas en los formatos de granulometría aprobados previamente por los expertos.
- Luego de ser anotado estos son procesados en cuadro Excel a fin de determinar, porcentajes de pasantes, coeficiente de curvatura y el coeficiente de uniformidad. Ya que son los datos que nos va ser útil para definir el tipo de suelo.

Figura 12. Ensayo de Laboratorio Análisis Granulométrico por Tamizado



c) Tabla de datos

Tabla 43. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N° 01


|  Universidad Continental | | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
|--|---|--|-------------------------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------|
| TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023. | | | | | | |
| Ensayo: | Granulometría | | | | | |
| Referencia: | MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado | | | | | |
| Fecha: | 04-05-2023 | | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | | |
| Descripción de la Muestra | | | | | | |
| Peso de Muestra | | P.S.+ Tara (gr.) | Tara (gr.) | Datos básicos | | |
| Peso Total Seco (gr) | 2639.10 | 2785.60 | 146.50 | % Grava | | |
| Peso Después de Lavar (gr) | 2395.80 | 2542.30 | | % Arena | | |
| Perdida por Lavado (gr) | 243.30 | | | % Finos | | |
| Tamiz | Agujero (mm) | Peso Detenido (gr) | Peso Detenido Corregido (gr) | Detenido (%) | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
| 2" | 50.800 | 437.30 | | | | |
| 1 1/2" | 36.100 | 191.10 | | | | |
| 1" | 25.400 | 363.50 | | | | |
| 3/4" | 19.000 | 188.20 | | | | |
| 1/2" | 12.700 | 307.70 | | | | |
| 3/8" | 9.520 | 142.60 | | | | |
| 1/4" | 6.300 | 189.10 | | | | |
| N° 4 | 4.750 | 168.00 | | | | |
| N° 8 | 2.360 | 165.20 | | | | |
| N° 10 | 2.000 | 32.00 | | | | |
| N° 16 | 0.840 | 71.30 | | | | |
| N° 30 | 0.600 | 63.10 | | | | |
| N° 40 | 0.425 | 20.20 | | | | |
| N° 50 | 0.260 | 14.70 | | | | |
| N° 100 | 0.150 | 18.90 | | | | |
| N° 200 | 0.075 | 5.90 | | | | |
| Fondo | | 0.10 | | | | |
| Lavado | | 243.30 | | | | |
| Total | | 2622.20 | | | | |

Tabla 44. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N°

02



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

| | |
|--------------------|---|
| Ensayo: | Granulometría |
| Referencia: | MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado |
| Fecha: | 04/05/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

| Descripción de la Muestra | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------------|------------------------------|---------------|------------------------|-------------|
| Peso de Muestra | | P.S.+ Tara (gr.) | Tara (gr) | Datos básicos | | |
| Peso Total Seco (gr) | | 2536.70 | 2684.90 | 148.20 | % Grava | |
| Peso Después de Lavar (gr) | | 2126.10 | 2274.30 | % Arena | | |
| Perdida por Lavado (gr) | | 410.60 | % Finos | | | |
| Tamiz | Agujero (mm) | Peso Detenido (gr) | Peso Detenido Corregido (gr) | Detenido (%) | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
| 2" | 50.800 | 767.00 | | | | |
| 1 1/2" | 36.100 | 101.40 | | | | |
| 1" | 25.400 | 89.20 | | | | |
| 3/4" | 19.000 | 121.00 | | | | |
| 1/2" | 12.700 | 155.70 | | | | |
| 3/8" | 9.520 | 170.70 | | | | |
| 1/4" | 6.300 | 154.00 | | | | |
| N° 4 | 4.750 | 108.80 | | | | |
| N° 8 | 2.360 | 159.80 | | | | |
| N° 10 | 2.000 | 31.10 | | | | |
| N° 16 | 0.840 | 81.70 | | | | |
| N° 30 | 0.600 | 71.60 | | | | |
| N° 40 | 0.425 | 26.60 | | | | |
| N° 50 | 0.260 | 22.30 | | | | |
| N° 100 | 0.150 | 35.50 | | | | |
| N° 200 | 0.075 | 21.2 | | | | |
| Fondo | | 3.00 | | | | |
| Lavado | | 410.60 | | | | |
| Total | | 2531.20 | | | | |

Tabla 45. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N°

03



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

| | | | | | | |
|---|---|---------------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------------------|--------------------|
| Ensayo: | Granulometría | | | | | |
| Referencia: | MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado | | | | | |
| Fecha: | 04/05/2023 | | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | | |
| Descripción de la Muestra | | | | | | |
| Peso de Muestra P.S.+ Tara (gr.) Tara (gr) Datos básicos | | | | | | |
| Peso Total Seco (gr) | 2049.00 | 2200.60 | 151.60 | % Grava | | |
| Peso Después de Lavar (gr) | 1652.10 | 1803.70 | | % Arena | | |
| Perdida por Lavado (gr) | 396.90 | | | % Finos | | |
| Tamiz | Agujero (mm) | Peso Detenido (gr) | Peso Detenido Corregido (gr) | Detenido (%) | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
| 2" | 50.800 | 236.50 | | | | |
| 1 1/2" | 36.100 | 37.40 | | | | |
| 1" | 25.400 | 160.40 | | | | |
| 3/4" | 19.000 | 155.40 | | | | |
| 1/2" | 12.700 | 139.80 | | | | |
| 3/8" | 9.520 | 138.60 | | | | |
| 1/4" | 6.300 | 139.30 | | | | |
| N° 4 | 4.750 | 83.40 | | | | |
| N° 8 | 2.360 | 165.60 | | | | |
| N° 10 | 2.000 | 41.80 | | | | |
| N° 16 | 0.840 | 98.00 | | | | |
| N° 30 | 0.600 | 111.40 | | | | |
| N° 40 | 0.425 | 38.80 | | | | |
| N° 50 | 0.260 | 33.70 | | | | |
| N° 100 | 0.150 | 47.50 | | | | |
| N° 200 | 0.075 | 18.30 | | | | |
| Fondo | | 2.10 | | | | |
| Lavado | | 396.90 | | | | |
| Total | | 2044.90 | | | | |

Tabla 46. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N°

04



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS
ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA;
MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.**

| | | | | | | |
|-----------------------------------|---|---------------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------------------|--------------------|
| Ensayo: | Granulometría | | | | | |
| Referencia: | MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado | | | | | |
| Fecha: | 04/05/2023 | | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | | |
| Descripción de la Muestra | | | | | | |
| Peso de Muestra | | P.S.+ Tara (gr.) | | Tara (gr) | Datos básicos | |
| Peso Total Seco (gr) | 2472.70 | 2620.20 | 147.50 | % Grava | | |
| Peso Después de Lavar (gr) | 2099.40 | 2246.90 | | % Arena | | |
| Perdida por Lavado (gr) | 373.30 | | | % Finos | | |
| Tamiz | Agujero (mm) | Peso Detenido (gr) | Peso Detenido Corregido (gr) | Detenido (%) | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
| 2" | 50.800 | 375.50 | | | | |
| 1 1/2" | 36.100 | 89.90 | | | | |
| 1" | 25.400 | 275.30 | | | | |
| 3/4" | 19.000 | 137.20 | | | | |
| 1/2" | 12.700 | 227.50 | | | | |
| 3/8" | 9.520 | 146.00 | | | | |
| 1/4" | 6.300 | 193.40 | | | | |
| N° 4 | 4.750 | 128.00 | | | | |
| N° 10 | 2.360 | 213.50 | | | | |
| N° 8 | 2.000 | 41.60 | | | | |
| N° 16 | 0.840 | 93.10 | | | | |
| N° 30 | 0.600 | 79.00 | | | | |
| N° 40 | 0.425 | 26.90 | | | | |
| N° 50 | 0.260 | 21.90 | | | | |
| N° 100 | 0.150 | 33.30 | | | | |
| N° 200 | 0.075 | 18.60 | | | | |
| Fondo | | 4.10 | | | | |
| Lavado | | 373.30 | | | | |
| Total | | 2478.10 | | | | |

Tabla 47. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N°

05



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

| Ensayo: | Granulometría | | | | | |
|-----------------------------------|---|--------------------|------------------------------|--------------|------------------------|-------------|
| Referencia: | MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado | | | | | |
| Fecha: | 05/05/2023 | | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | | |
| Descripción de la Muestra | | | | | | |
| Peso de Muestra | | P.S.+ Tara (gr.) | | Tara (gr) | Datos básicos | |
| Peso Total Seco (gr) | 1944.80 | 2092.50 | 147.70 | | % Grava | |
| Peso Después de Lavar (gr) | 1549.00 | 1696.70 | | | % Arena | |
| Perdida por Lavado (gr) | 395.80 | | | | % Finos | |
| Tamiz | Agujero (mm) | Peso Detenido (gr) | Peso Detenido Corregido (gr) | Detenido (%) | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
| 2" | 50.800 | 0.00 | | | | |
| 1 1/2" | 36.100 | 235.90 | | | | |
| 1" | 25.400 | 256.40 | | | | |
| 3/4" | 19.000 | 81.40 | | | | |
| 1/2" | 12.700 | 198.40 | | | | |
| 3/8" | 9.520 | 134.20 | | | | |
| 1/4" | 6.300 | 133.80 | | | | |
| N° 4 | 4.750 | 76.10 | | | | |
| N° 8 | 2.360 | 120.20 | | | | |
| N° 10 | 2.000 | 27.00 | | | | |
| N° 16 | 0.840 | 68.00 | | | | |
| N° 30 | 0.600 | 75.00 | | | | |
| N° 40 | 0.425 | 31.70 | | | | |
| N° 50 | 0.260 | 28.90 | | | | |
| N° 100 | 0.150 | 51.70 | | | | |
| N° 200 | 0.075 | 27.10 | | | | |
| Fondo | | 3.40 | | | | |
| Lavado | | 395.80 | | | | |
| Total | | 1945.00 | | | | |

Tabla 48. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N°

06



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS
ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA;
MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.**

| | | | | | | |
|-----------------------------------|---|---------------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------------------|--------------------|
| Ensayo: | Granulometría | | | | | |
| Referencia: | MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado | | | | | |
| Fecha: | 05/05/2023 | | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | | |
| Descripción de la Muestra | | | | | | |
| Peso de Muestra | | P.S.+ Tara (gr.) | | Tara (gr) | Datos básicos | |
| Peso Total Seco (gr) | | 1878.70 | 2025.60 | 146.90 | % Grava | |
| Peso Después de Lavar (gr) | | 1458.50 | 1605.40 | | % Arena | |
| Perdida por Lavado (gr) | | 420.20 | | | % Finos | |
| Tamiz | Agujero (mm) | Peso Detenido (gr) | Peso Detenido Corregido (gr) | Detenido (%) | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
| 2" | 50.800 | 480.80 | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | | | | |
| 1" | 25.400 | 167.90 | | | | |
| 3/4" | 19.000 | 132.70 | | | | |
| 1/2" | 12.700 | 125.40 | | | | |
| 3/8" | 9.500 | 73.30 | | | | |
| 1/4" | 6.300 | 83.90 | | | | |
| N° 4 | 4.760 | 60.30 | | | | |
| N° 8 | 2.000 | 92.90 | | | | |
| N° 10 | 2.000 | 19.20 | | | | |
| N° 16 | 0.840 | 51.20 | | | | |
| N° 30 | 0.425 | 60.30 | | | | |
| N° 40 | 0.425 | 24.30 | | | | |
| N° 50 | 0.260 | 21.10 | | | | |
| N° 100 | 0.150 | 37.40 | | | | |
| N° 200 | 0.075 | 17.80 | | | | |
| Fondo | | 1.70 | | | | |
| Lavado | | 420.20 | | | | |
| Total | | 1870.40 | | | | |

Tabla 49. Toma de datos de ensayo de laboratorio sobre análisis granulométrico-Calicata N°

07



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS
ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA;
MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.**

| | |
|--------------------|---|
| Ensayo: | Granulometría |
| Referencia: | MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado |
| Fecha: | 05/05/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

Descripción de la Muestra

| Peso de Muestra | | P.S.+ Tara (gr.) | Tara (gr) | Datos básicos | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------------|------------------------------|---------------|------------------------|-------------|
| Peso Total Seco (gr) | 2455.20 | 2599.80 | 144.60 | % Grava | | |
| Peso Después de Lavar (gr) | 2133.90 | 2278.50 | | % Arena | | |
| Perdida por Lavado (gr) | 321.30 | | | % Finos | | |
| Tamiz | Agujero (mm) | Peso Detenido (gr) | Peso Detenido Corregido (gr) | Detenido (%) | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
| 2" | 50.800 | 0.00 | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | 364.20 | | | | |
| 1" | 25.400 | 310.50 | | | | |
| 3/4" | 19.000 | 200.50 | | | | |
| 1/2" | 12.700 | 289.10 | | | | |
| 3/8" | 9.500 | 155.70 | | | | |
| 1/4" | 6.300 | 149.60 | | | | |
| N° 4 | 4.760 | 108.30 | | | | |
| N° 8 | 2.000 | 152.70 | | | | |
| N° 10 | 2.000 | 31.50 | | | | |
| N° 16 | 0.840 | 84.60 | | | | |
| N° 30 | 0.425 | 105.20 | | | | |
| N° 40 | 0.425 | 42.10 | | | | |
| N° 50 | 0.260 | 41.00 | | | | |
| N° 100 | 0.150 | 66.80 | | | | |
| N° 200 | 0.075 | 29.20 | | | | |
| Fondo | | 4.80 | | | | |
| Lavado | | 321.30 | | | | |
| Total | | 2457.10 | | | | |

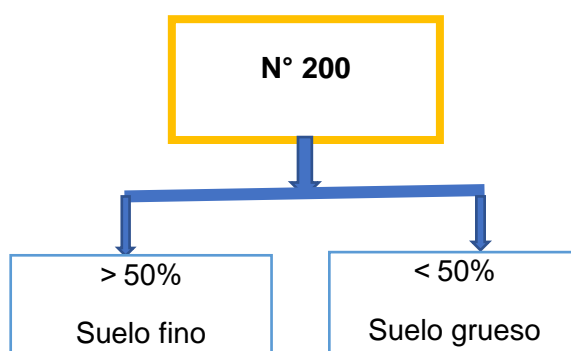
3.10. CLASIFICACIÓN DE SUELO

Los ensayos de granulometría, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad se realizaron para determinar el tipo de suelo con los métodos AASHTO y SUCS.

3.10.1. Clasificación de suelo SUCS

Para la clasificación del suelo por el método SUCS, se evalúa porcentaje de pasante por la malla N°200, para definir si es suelo grueso o suelo fino, si es mayor a 50% entonces será suelo fino, caso contrario es suelo grueso.

Figura 13. Porcentaje pasante por la malla N° 200



En caso que el porcentaje pasante por la malla N°200 es mayor a 50%, entonces se procede a evaluar con los datos de Límite líquido y índice de plasticidad en la carta de plasticidad de Casagrande.

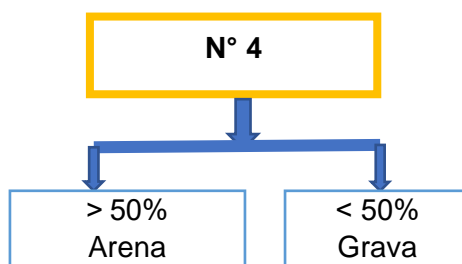
En la carta de Casagrande a través de la intersección, de Límite líquido y índice de plasticidad se define el tipo de suelo.

Tabla 50. Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)

| TIPO DE SUELO | PREFIJO | SUBGRUPO | SUFIJO |
|---------------|----------|---------------------|----------|
| GRABA | G | Bien Graduado | W |
| ARENA | S | Pobremente Graduado | P |
| LIMO | M | Limoso | M |
| ARCILLA | C | Arcilloso | C |
| ORGÁNICO | O | Baja Plasticidad | L |
| | | Alta Plasticidad | H |

En caso que el porcentaje pasante por la malla N°200 es menor a 50%, entonces se procede a evaluar la malla N°4, si el pasante es mayor a 50% es arena, caso contrario es grava.

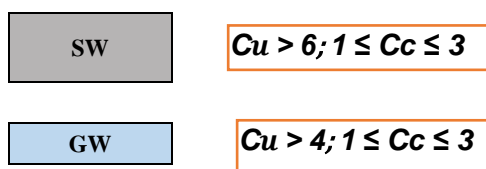
Figura 14. Porcentaje pasante por la malla N°4



Se presentan 3 casos, en el que va depender del porcentaje de pasante de la malla N°200, si esta pasante es menor a 5%, entonces será arena o grava bien graduado o pobremente graduado, dependiendo del coeficiente de uniformidad y el coeficiente de curvatura; si el porcentaje pasante está en el intervalo de 5%-12%, entonces será arena o grava bien graduado o pobremente graduado con presencia de limos o arcillas, esta lo define la carta de plasticidad de Casagrande; si el porcentaje de finos es mayor a 12%, entonces es arena con presencia de limos o arcilla, esta va depender en que punto cae en la carta de plasticidad de Casagrande.

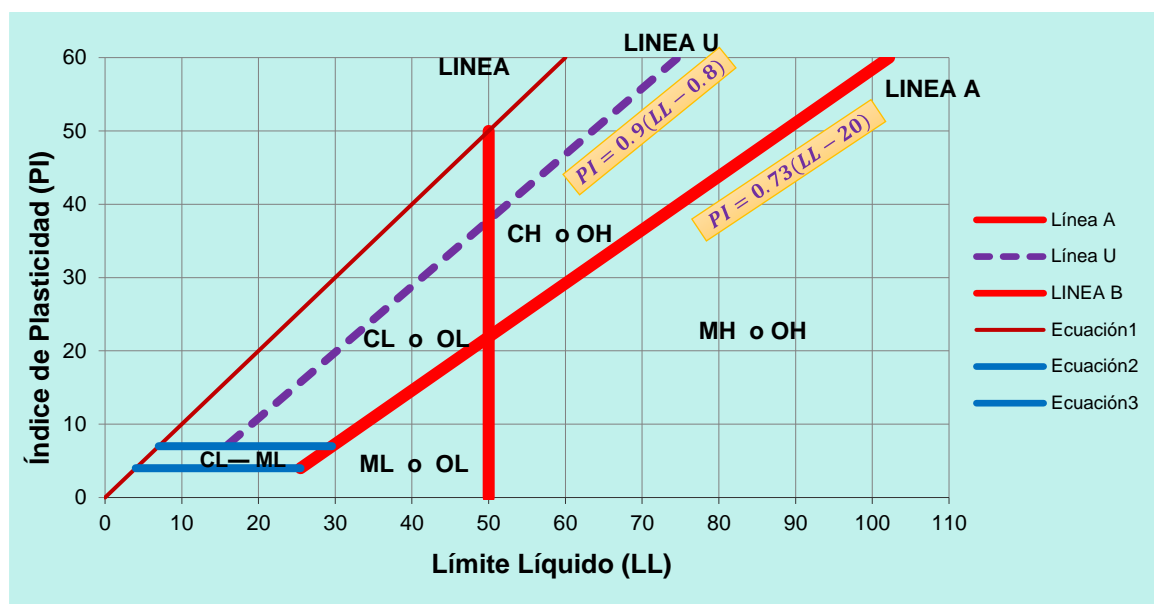
Con todo ese análisis, se determina el tipo de suelo si es fino, arena, grava, con limos o es arcillas.

Figura 15. Tipo de suelo según porcentaje pasante por la malla N°200



| CASO 1 | | CASO 2 | | | | CASO 3 | |
|-----------|-------|----------------|----|-------|----|------------|-------|
| Finos < 5 | | 5 < Finos < 12 | | | | Finos > 12 | |
| Arena | Grava | Arena | | Grava | | Arena | Grava |
| SP | GP | SP | SM | GP | GM | SM | GM |
| SW | GW | SP | SC | GP | GC | SC | GC |
| | | SW | SM | GW | GM | | |
| | | SW | SC | GW | GC | | |

Figura 16. Carta de plasticidad de casa grande



Nota: Tomado de Joseph E. Bowles, 1981, p.75.

En la presente investigación, en base a los resultados de ensayos de plasticidad y granulometría se obtuvo datos a fin de determinar el tipo de suelo por cada calicata:

Tabla 51. Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 01

| Tamiz | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
|---------------------------|------------------------|-------------|
| N° 4 | 75.84 | 24.16 |
| N° 200 | 90.78 | 9.22 |
| Índice plástico | | |
| Descripción | Valor | |
| Contenido de Humedad (LL) | 25.55 % | |
| Contenido de Humedad (LP) | 17.49 % | |
| Índice plástico | 08.07 % | |

Tabla 52. Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 02

| Tamiz | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
|---------------------------|------------------------|-------------|
| N° 4 | 65.92 | 34.08 |
| N° 200 | 83.70 | 16.30 |
| Índice plástico | | |
| Descripción | Valor | |
| Contenido de Humedad (LL) | 31.40 % | |
| Contenido de Humedad (LP) | 21.44 % | |
| Índice plástico | 09.96 % | |

Tabla 53. Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 03

| Tamiz | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
|---------------------------|------------------------|--------------|
| N° 4 | 53.37 | 46.63 |
| N° 200 | 80.53 | 19.47 |
| Índice plástico | | |
| Descripción | Valor | |
| Contenido de Humedad (LL) | 26.49 % | |
| Contenido de Humedad (LP) | 19.30 % | |
| Índice plástico | 07.20 % | |

Tabla 54. Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 04

| Tamiz | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
|---------------------------|------------------------|--------------|
| N° 4 | 63.44 | 36.56 |
| N° 200 | 84.74 | 15.26 |
| Índice plástico | | |
| Descripción | Valor | |
| Contenido de Humedad (LL) | 24.22 % | |
| Contenido de Humedad (LP) | 17.68 % | |
| Índice plástico | 06.54 % | |

Tabla 55. Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 05

| Tamiz | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
|---------------------------|------------------------|--------------|
| N° 4 | 57.39 | 42.61 |
| N° 200 | 79.47 | 20.53 |
| Índice plástico | | |
| Descripción | Valor | |
| Contenido de Humedad (LL) | 25.61 % | |
| Contenido de Humedad (LP) | 21.61 % | |
| Índice plástico | 04.00 % | |

Tabla 56. Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 06

| Tamiz | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
|---------------------------|------------------------|--------------|
| N° 4 | 60.19 | 39.81 |
| N° 200 | 77.54 | 22.46 |
| Índice plástico | | |
| Descripción | Valor | |
| Contenido de Humedad (LL) | 35.01 % | |
| Contenido de Humedad (LP) | 26.51 % | |
| Índice plástico | 08.51 % | |

Tabla 57. Datos para clasificar suelo, método (SUCS)-Calicata N° 07

| Tamiz | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
|---------------------------|------------------------|-------------|
| N° 4 | 64.21 | 35.79 |
| N° 200 | 86.72 | 13.28 |
| Índice plástico | | |
| Descripción | Valor | |
| Contenido de Humedad (LL) | 30.28 % | |
| Contenido de Humedad (LP) | 21.88 % | |
| Índice plástico | 08.40 % | |

3.10.2. Clasificación de suelo AASHTO

Para la clasificación de suelo por el método AASHTO, se evalúa el porcentaje de pasante de la malla N°200, en el que se determina si es suelo fino o suelo grueso, desde luego que esta va depender del porcentaje pasante de la malla N°200 si es mayor a 35%, es suelo fino caso contrario es suelo grueso.

Ya con los datos pasantes de la malla N°200, 10,40 y con los datos de Límite líquido y índice de plasticidad, a través del cálculo de índice de grupo, con la tabla de clasificación de suelo por el método AASHTO, se determina el tipo de suelo.

Figura 17. Cálculo de índice de grupo

$$IG = 0.2(a) + 0.005(a)(c) + 0.01(b)(d)$$

| | | |
|-------------------------|----------|----------|
| % que pasa Tamiz N° 200 | | |
| 35%(min) | <i>a</i> | 75%(max) |
| 0 | | 40 |
| % que pasa Tamiz N° 200 | | |
| 15%(min) | <i>b</i> | 55%(max) |
| 0 | | 40 |
| Límite líquido | | |
| 40%(min) | <i>c</i> | 60%(max) |
| 0 | | 20 |
| Índice plástico | | |
| 10%(min) | <i>d</i> | 30%(max) |
| 0 | | 20 |

Tabla 58. Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO)

| CLASIFICACION DE SUELOS: Asociacion Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|---|-------|-------------------|-------|------------|------------|
| DIVISION GENERAL | MATERIALES GRANULARES (Pasa menos del 35% por el tamiz ASTM #200) | | | | | | MATERIALES LIMO-ARCILLOSOS (Pasa mas de 35% por el tamiz ASTM #200) | | | | | |
| GRUPO | A - 1 | | A - 3 | A - 2 | | | A - 4 | A - 5 | A - 6 | A - 7 | | |
| SUG GRUPO | A - 1 - a | A - 1 - b | | A - 2 - 4 | A - 2 - 5 | A - 2 - 6 | A - 2 - 7 | | | | A - 7 - 5 | A - 7 - 6 |
| ANALISIS GRANULOMETRICO (% que pasa por cada tamiz) | | | | | | | | | | | | |
| SERIE ASTM | #10 | ≤ 50 | | | | | | | | | | |
| | #40 | ≤ 30 | ≤ 50 | ≥ 51 | | | | | | | | |
| | #200 | ≤ 15 | ≤ 25 | ≤ 10 | ≤ 35 | ≤ 35 | ≤ 35 | ≤ 35 | ≥ 36 | ≥ 36 | ≥ 36 | ≥ 36 |
| ESTADO DE CONSISTENCIA (de la fraccion del suelo que pasa por el tamiz ASTM #40) | | | | | | | | | | | | |
| LIMITE LIQUIDO | | | NP | ≤ 40 | ≥ 41 | ≤ 40 | ≥ 41 | ≤ 40 | ≥ 41 | ≤ 40 | > 41 | > 41 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | ≤ 6 | | | ≤ 10 | ≤ 10 | ≥ 11 | ≥ 11 | ≤ 10 | ≤ 10 | ≥ 11 | IP < LL-30 | IP > LL-31 |
| INDICE DE GRUPO | 0 | 0 | 0 | ≤ 4 | | | ≤ 8 | ≤ 12 | ≤ 20 | ≤ 20 | | |
| TIPOLOGIA | Fragmentos de piedra, Arena fina | | Gravas y arenas limosas o arcillosas | | | | Suelos limosos | | Suelos arcillosos | | | |
| CALIDAD | EXCELENTE A BUENA | | | | | | ACEPTABLE A MALA | | | | | |

Nota: Tomado de Manual de carreteras R.D. N° 10-2014-MTC/14, 2014, p.34

En la presente investigación se determinó siete tipos de suelo considerando que se hizo el estudio en las siete calicatas de la carretera a Mandor Maranura, se muestran a continuación:

Tabla 59. Datos para clasificar suelo, método (AASHTO)-Calicata N°01

| Tamiz | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
|---------------------------|------------------------|----------------|
| N° 4 | 75.84 | 24.16 |
| N° 10 | 83.37 | 16.63 |
| N° 40 | 89.27 | 10.73 |
| N° 200 | 90.78 | 9.22 |
| Índice plástico | | |
| Descripción | | Valor |
| Contenido de Humedad (LL) | | 25.55 % |
| Contenido de Humedad (LP) | | 17.49 % |
| Índice plástico | | 08.07 % |

Tabla 60. Datos para clasificar suelo, método (AASHTO) -Calicata N°02

| Tamiz | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
|---------------------------|------------------------|----------------|
| N° 4 | 65.92 | 34.08 |
| N° 10 | 73.46 | 26.54 |
| N° 40 | 80.57 | 19.43 |
| N° 200 | 83.70 | 16.30 |
| Índice plástico | | |
| Descripción | | Valor |
| Contenido de Humedad (LL) | | 31.40 % |
| Contenido de Humedad (LP) | | 21.44 % |
| Índice plástico | | 09.96 % |

Tabla 61. Datos para clasificar suelo, método (AASHTO) -Calicata N°03

| Tamiz | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
|---------------------------|------------------------|--------------|
| N° 4 | 53.37 | 46.63 |
| N° 10 | 63.52 | 36.48 |
| N° 40 | 75.66 | 24.34 |
| N° 200 | 80.53 | 19.47 |
| Índice plástico | | |
| Descripción | Valor | |
| Contenido de Humedad (LL) | 26.49 % | |
| Contenido de Humedad (LP) | 19.30 % | |
| Índice plástico | 07.20 % | |

Tabla 62. Datos para clasificar suelo, método (AASHTO) -Calicata N°04

| Tamiz | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
|---------------------------|------------------------|--------------|
| N° 4 | 63.44 | 36.56 |
| N° 10 | 72.06 | 27.94 |
| N° 40 | 81.76 | 18.24 |
| N° 200 | 84.74 | 15.26 |
| Índice plástico | | |
| Descripción | Valor | |
| Contenido de Humedad (LL) | 24.22 % | |
| Contenido de Humedad (LP) | 17.68 % | |
| Índice plástico | 06.54 % | |

Tabla 63. Datos para clasificar suelo, método (AASHTO) -Calicata N°05

| Tamiz | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
|---------------------------|------------------------|--------------|
| N° 4 | 57.39 | 42.61 |
| N° 10 | 64.95 | 35.05 |
| N° 40 | 73.94 | 26.06 |
| N° 200 | 79.47 | 20.53 |
| Índice plástico | | |
| Descripción | Valor | |
| Contenido de Humedad (LL) | 25.15 % | |
| Contenido de Humedad (LP) | 22.59% | |
| Índice plástico | 03.56 % | |

Tabla 64. Datos para clasificar suelo, método (AASHTO) -Calicata N°06

| Tamiz | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
|---------------------------|------------------------|--------------|
| N° 4 | 60.19 | 39.81 |
| N° 10 | 66.19 | 33.81 |
| N° 40 | 73.46 | 26.54 |
| N° 200 | 77.54 | 22.46 |
| Índice plástico | | |
| Descripción | Valor | |
| Contenido de Humedad (LL) | 35.01 % | |
| Contenido de Humedad (LP) | 26.51 % | |
| Índice plástico | 08.51 % | |

Tabla 65. Datos para clasificar suelo, método (AASHTO) -Calicata N°07

| Tamiz | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
|---------------------------|------------------------|--------------|
| N° 4 | 64.21 | 35.79 |
| N° 10 | 71.71 | 28.29 |
| N° 40 | 81.14 | 18.86 |
| N° 200 | 86.72 | 13.28 |
| Índice plástico | | |
| Descripción | Valor | |
| Contenido de Humedad (LL) | 30.28 % | |
| Contenido de Humedad (LP) | 21.88 % | |
| Índice plástico | 08.40 % | |

3.10.3. Ensayo de Compactación - Proctor Modificado (laboratorio)

a) Equipos: Consta de un molde de 6" de diámetro (15.24 cm) y un volumen (2123.31 cm³), un collar de extensión de 2", un plato base pisón o martillo, balanza, regla metálica, tamiz N°3/4, probeta de plástico, regla metálica, espátula, alicate, bandeja, bolsa, taras, brocha, cucharón, horno de secado, enrasador.

b) Procedimiento:

- Se preparo cuatro especímenes con contenido de humedad.
- se prepara al menos cuatro especímenes con contenido de agua que se aproxime a CHO, puede ser por debajo o por encima.
- Es importante tomar nota de los pesos y volúmenes del molde que se utilizarán.
- Se procede a la colocación de la primera capa del suelo, el cual debe aplicarse 56 golpes, tal como indica el método de ensayo de compactación (Método C).

- Considerando que la compactación del suelo se debe realizar en 5 capas y que estas deben ser del mismo espesor, se procede a aplicar golpes en un promedio de 25 golpes por minuto
- Se retirarán el collar del molde después de compactar la última capa, enseguida se enrasa el espécimen compactado a fin de generar una superficie plana, en caso que exista hoyo en la superficie compactado, se procede a rellenar con suelo que fue retirado en el proceso de enrasado.
- Se retira la base del molde para luego hacer el proceso de pesado y se registra los datos correspondientes.
- Después de determinar y registrar el peso del suelo ensayado, se extrae el material del molde para extraer porciones y medir el contenido de humedad. Se llevan muestras de suelo al horno.
- Los cuatro especímenes (cuatro puntos compactados) se someten a diferentes tipos de contenidos de humedad. Dos de los especímenes deben quedar en el lado seco de la curva de compactación y los otros en el lado húmedo.

Figura 18. Ensayo de Laboratorio Proctor modificado





c) Tabla con datos

Tabla 66. Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°01



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

| | |
|--------------------|--|
| Ensayo: | Proctor Modificado |
| Referencia: | MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado) |
| Fecha: | 12/05/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Molde | | | Método de la Compactación | Tipo C |
|-----------------------|------------|---------|---------------------------|--------|
| Diámetro | cm | 15.24 | N.º de Capas | 5 |
| Altura | cm | 11.64 | Molde | 6" |
| Volumen | cm3 | 2123.31 | | |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | | |

DENSIDAD HÚMEDA

| Número de muestras | Nº | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---------------|---------|---------|---------|---------|
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7764.40 | 8105.40 | 7937.80 | 7866.50 |
| Peso molde | gr | | | | |
| Peso suelo húmedo | gr | | | | |
| Volumen del molde | cm3 | | | | |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm3 | | | | |

| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Recipiente | N° | B-01 | B-02 | B-03 | B-04 | B-05 | B-06 | B-07 | B-08 | B-09 | B-10 | B-11 | B-12 |
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 70.707 | 65.207 | 79.799 | 74.133 | 71.947 | 79.857 | 72.078 | 61.726 | 80.813 | 67.961 | 75.409 | 88.538 |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 67.995 | 62.855 | 76.809 | 70.321 | 68.585 | 75.774 | 67.035 | 57.019 | 75.523 | 62.512 | 69.579 | 81.628 |
| Peso de la tara | gr | 12.070 | 15.690 | 11.720 | 12.090 | 15.720 | 15.400 | 15.810 | 11.660 | 15.300 | 15.510 | 14.530 | 15.830 |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | | | | |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | | | | |
| Humedad | % | | | | | | | | | | | | |
| Densidad Suelo Seco | gr/cm3 | | | | | | | | | | | | |

Tabla 67. Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°02



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

| | |
|--------------------|--|
| Ensayo: | Proctor Modificado |
| Referencia: | MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado) |
| Fecha: | 12/05/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Molde | | Método de la Compactación | Tipo C |
|-----------------------|-----------------|---------------------------|--------------|
| Diámetro | cm | 15.24 | N.º de Capas |
| Altura | cm | 11.64 | 5 |
| Volumen | cm ³ | 2123.31 | Molde |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | 6" |

DENSIDAD HÚMEDA

| Número de muestras | N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7767.10 | 8138.10 | 7969.90 | 7950.40 |
| Peso molde | gr | | | | |
| Peso suelo húmedo | gr | | | | |
| Volumen del molde | cm ³ | | | | |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm ³ | | | | |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| Recipiente | N° | C-01 | C-02 | C-03 | C-04 | C-05 | C-06 | C-07 | C-08 | C-09 | C-10 | C-11 | C-12 |
|------------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|------------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 61.158 | 69.070 | 80.735 | 60.154 | 53.568 | 77.272 | 66.934 | 72.158 | 67.691 | 82.922 | 75.373 | 73.607 |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 58.755 | 67.151 | 77.463 | 57.225 | 51.170 | 73.219 | 62.910 | 67.444 | 63.527 | 76.370 | 70.261 | 68.763 |
| Peso de la tara | gr | 18.470 | 19.420 | 18.140 | 18.280 | 17.660 | 18.020 | 18.280 | 18.300 | 18.830 | 18.170 | 17.820 | 18.250 |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | | | | |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | | | | |
| Humedad | % | | | | | | | | | | | | |
| Densidad Suelo Seco | gr/cm ³ | | | | | | | | | | | | |

Tabla 68. Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°03



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo: Proctor Modificado

Referencia: MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)

Fecha: 12/05/2023

Tesista: Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Molde | | | Método de la Compactación | Tipo C |
|-----------------|-----------------|---------|---------------------------|--------|
| Diámetro | cm | 15.24 | N.º de Capas | 5 |
| Altura | cm | 11.64 | Molde | 6" |
| Volumen | cm ³ | 2123.31 | | |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | | |

DENSIDAD HÚMEDA

| Número de muestras | Nº | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7664.80 | 8016.80 | 7892.90 | 7793.40 |
| Peso molde | gr | | | | |
| Peso suelo húmedo | gr | | | | |
| Volumen del molde | cm ³ | | | | |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm ³ | | | | |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| Recipiente | Nº | C-19 | C-20 | C-21 | T-02 | T-03 | T-04 | T-05 | T-06 | T-07 | T-01 | T-09 | T-10 |
|------------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|------------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 87.024 | 110.881 | 103.773 | 141.867 | 126.240 | 147.720 | 129.832 | 143.600 | 140.669 | 136.110 | 141.962 | 130.455 |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 83.147 | 106.683 | 99.510 | 134.613 | 121.908 | 141.575 | 124.581 | 137.153 | 133.870 | 129.993 | 135.460 | 124.618 |
| Peso de la tara | gr | 19.250 | 19.140 | 19.640 | 55.102 | 71.973 | 74.933 | 74.129 | 76.916 | 74.175 | 74.608 | 79.171 | 74.608 |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | | | | |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | | | | |
| Humedad | % | | | | | | | | | | | | |
| Densidad Suelo Seco | gr/cm3 | | | | | | | | | | | | |

Tabla 69. Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°04



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

| | |
|--------------------|--|
| Ensayo: | Proctor Modificado |
| Referencia: | MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado) |
| Fecha: | 12/05/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Molde | | | Método de la Compactación | Tipo C |
|-----------------------|------------|---------|---------------------------|--------|
| Diámetro | cm | 15.24 | N.º de Capas | 5 |
| Altura | cm | 11.64 | Molde | 6" |
| Volumen | cm3 | 2123.31 | | |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | | |

DENSIDAD HÚMEDA

| Número de muestras | Nº | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---------------|---------|---------|---------|---------|
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7771.03 | 8027.80 | 7974.40 | 7880.40 |
| Peso molde | gr | | | | |
| Peso suelo húmedo | gr | | | | |
| Volumen del molde | cm3 | | | | |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm3 | | | | |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| Recipiente | Nº | B-04 | B-05 | B-06 | B-03 | B-02 | B-01 | C-01 | C-02 | C-03 | C-04 | C-05 | C-06 |
|------------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|------------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 64.933 | 68.375 | 68.375 | 85.662 | 99.045 | 96.142 | 84.173 | 94.928 | 87.003 | 88.690 | 88.955 | 87.837 |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 63.127 | 66.358 | 66.764 | 80.880 | 94.151 | 91.581 | 78.790 | 89.309 | 81.023 | 81.996 | 82.547 | 82.476 |
| Peso de la tara | gr | 12.090 | 15.720 | 15.400 | 11.720 | 15.690 | 12.070 | 18.470 | 19.420 | 18.140 | 18.280 | 17.660 | 18.020 |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | | | | |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | | | | |
| Humedad | % | | | | | | | | | | | | |
| Densidad Suelo Seco | gr/cm ³ | | | | | | | | | | | | |

Tabla 70. Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°05



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

| | |
|--------------------|--|
| Ensayo: | Proctor Modificado |
| Referencia: | MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado) |
| Fecha: | 13/05/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Molde | | | Método de la Compactación | Tipo C |
|-----------------------|-----------------|---------|---------------------------|--------|
| Diámetro | cm | 15.24 | N.º de Capas | 5 |
| Altura | cm | 11.64 | Molde | 6" |
| Volumen | cm ³ | 2123.31 | | |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | | |

DENSIDAD HÚMEDA

| Número de muestras | Nº | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--------------------|---------|---------|---------|---------|
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7771.90 | 7928.60 | 7838.20 | 7814.80 |
| Peso molde | gr | | | | |
| Peso suelo húmedo | gr | | | | |
| Volumen del molde | cm ³ | | | | |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm ³ | | | | |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| Recipiente | Nº | T-10 | T-11 | T-12 | V-04 | V-06 | V-05 | C-13 | C-14 | C-15 | C-16 | C-17 | C-18 |
|------------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|------------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--------------------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 111.984 | 133.562 | 136.113 | 98.085 | 103.210 | 101.759 | 72.846 | 71.000 | 84.204 | 68.571 | 76.404 | 77.574 |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 110.080 | 130.495 | 133.138 | 94.165 | 98.944 | 97.159 | 67.828 | 65.420 | 77.067 | 61.747 | 70.161 | 70.553 |
| Peso de la tara | gr | 73.555 | 55.330 | 54.681 | 51.532 | 56.004 | 46.954 | 19.040 | 18.100 | 18.060 | 19.020 | 18.590 | 19.270 |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | | | | |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | | | | |
| Humedad | % | | | | | | | | | | | | |
| Densidad Suelo Seco | gr/cm³ | | | | | | | | | | | | |

Tabla 71. Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°06



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

Ensayo: Proctor Modificado

Referencia: MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)

Fecha: 13/05/2023

Tesista: Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Molde | | | Método de la Compactación | Tipo C |
|-----------------------|-----------------------|---------|---------------------------|--------|
| Diámetro | cm | 15.24 | N.º de Capas | 5 |
| Altura | cm | 11.64 | Molde | 6" |
| Volumen | cm³ | 2123.31 | | |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | | |

DENSIDAD HÚMEDA

| Número de muestras | Nº | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7535.00 | 7867.70 | 7754.10 | 7547.40 |
| Peso molde | gr | | | | |
| Peso suelo húmedo | gr | | | | |
| Volumen del molde | cm³ | | | | |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm³ | | | | |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| Recipiente | Nº | V-01 | V-02 | V-03 | V-04 | V-05 | V-06 | B-12 | B-11 | B-10 | B-09 | B-08 | B-07 |
|------------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|------------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 113.104 | 97.037 | 115.202 | 136.510 | 114.852 | 129.475 | 75.437 | 73.816 | 75.631 | 78.088 | 70.102 | 73.968 |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 109.278 | 93.525 | 111.470 | 130.491 | 109.015 | 124.499 | 68.879 | 68.041 | 69.675 | 70.644 | 63.339 | 66.526 |
| Peso de la tara | gr | 50.220 | 44.619 | 50.080 | 51.532 | 46.954 | 56.004 | 15.830 | 14.530 | 15.510 | 15.300 | 11.660 | 15.810 |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | | | | |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | | | | |
| Humedad | % | | | | | | | | | | | | |
| Densidad Suelo Seco | gr/cm3 | | | | | | | | | | | | |

Tabla 72. Toma de datos de Proctor modificado -Calicata N°07



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

Ensayo: Proctor Modificado

Referencia: MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)

Fecha: 13/05/2023

Tesista: Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Molde | | | Método de la Compactación | Tipo C |
|-----------------------|------------|---------|---------------------------|--------|
| Diámetro | cm | 15.24 | N.º de Capas | 5 |
| Altura | cm | 11.64 | Molde | 6" |
| Volumen | cm3 | 2123.31 | | |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | | |

DENSIDAD HÚMEDA

| Número de muestras | Nº | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---------------|---------|---------|---------|---------|
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7795.80 | 7979.90 | 7956.00 | 7857.20 |
| Peso molde | gr | | | | |
| Peso suelo húmedo | gr | | | | |
| Volumen del molde | cm3 | | | | |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm3 | | | | |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| Recipiente | N° | C-07 | C-08 | C-09 | C-10 | C-11 | C-12 | C-13 | C-14 | C-15 | C-16 | C-17 | C-18 |
|--------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 73.760 | 80.352 | 77.206 | 69.236 | 61.472 | 95.442 | 65.004 | 73.258 | 81.633 | 92.542 | 86.837 | 87.289 |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 71.114 | 76.351 | 74.033 | 65.571 | 58.164 | 90.169 | 60.859 | 68.885 | 76.010 | 85.468 | 80.863 | 81.269 |
| Peso de la tara | gr | 18.280 | 18.300 | 18.830 | 18.170 | 17.820 | 18.250 | 19.040 | 18.100 | 18.060 | 19.020 | 18.590 | 19.270 |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | | | | |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | | | | |
| Humedad | % | | | | | | | | | | | | |
| Densidad Suelo Seco | gr/cm ³ | | | | | | | | | | | | |

3.10.4. Ensayo (CBR)

a) Equipos.

- Prensa para el respectivo proceso de penetración con un pistón sobre la muestra, con su anillo de carga.
- Molde de metal de 6" de diámetro interior y 7" de altura.
- Un disco espaciador de metal de 5 15/16 pulgadas de diámetro exterior y 2,41 pulgadas de espesor.
- Un pistón de 4,54 kg con una altura de caída de 457,2 mm.
- Pesas ranuradas de masa de 4.57 kg con un agujero central con un diámetro de 2 1/8".
- Un pistón de penetración de metal con una sección transversal circular y un diámetro de 49,63 mm.
- Diales con un recorrido mínimo de 25 mm y divisiones lecturas de 0,025 mm.
- Tanque sobre el cual se va insertar muestras.
- Balanza.
- El horno de secado que tenga la capacidad de mantener una temperatura de 110°C ± 5°C.
- Tamiz de ¾ pulgadas, 3/8" pulgadas y N°04.
- Bandejas para la colocación de la muestra.
- Herramientas para el proceso de mezclado.

b) Procedimiento.


- Una muestra de aproximadamente de 20 Kg es tamizada por la malla N° ¾”, con el cual se tiene material de aproximadamente de 17 Kg. El material detenido en la malla ¾”, será reemplazado por el suelo detenido por la malla ¾” “y detenido por la malla #4.
- Se toma las dimensiones de molde (altura, diámetro) a fin de determinar su volumen, de la misma manera su peso del molde incluido el base.
- Teniendo los datos de Contenido de humedad óptimo y la máxima densidad seca, se prepara la muestra.
- En la base de cada molde se coloca un disco espaciador y un papel filtro para evitar que el suelo se adhiera al disco durante la compactación.
- El material preparado se vierte al molde en cinco capas de aproximadamente del mismo espesor, para luego compactar por cada capa 12 golpes en un primer molde, 25 golpes segundo molde y 56 golpes en un tercer molde.
- Se extrae 3 muestras durante la compactación en capsulas previamente codificadas el cual es registrado y pesado, para luego secar en el horno por 24 horas, todo ello para determinar porcentaje de humedad promedio y densidad seca.
- Se enrasa el molde para luego ser pesado, luego se extrae el disco espaciador, se invierte el molde con la muestra para luego ser pesado y en seguida se coloca las pesas ranuradas y con un hueco en el medio,
- Se prepara una bandeja con agua en el que se colocan los mondes, el cual es remojado durante 4 días, previamente fijado con el extensómetro para cada molde a fin determinar el hinchamiento el cual es registrado cada 24 horas.
- Cumplido las 96 horas se escurre el molde en 45° durante 15 minutos aproximadamente, para luego ser sometido a la prensa para la prueba de penetración con su respectivo anillo de carga.

Figura 19. Ensayo de laboratorio de CBR



a) Toma de datos

Tabla 73. Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°01

|  | | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|--|--|---|---------|-----------|---------------------|
| TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023. | | | | | |
| Ensayo: | Ensayo (CBR) | | | | |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo | | | | |
| Fecha: | 04/06/2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| DATOS PRELIMINARES | | | | | |
| Datos del Proctor Modificado | | Energía de Compactación | | | Disco Espaciador |
| Densidad seca máxima (gr/cm ³) | 2.308 | Masa de la Pesa | 4.57 kg | N.º Capas | |
| Contenido de humedad óptimo | 6.65 | Altura de caída | 45.82cm | 5 | 4.9 cm |
| Nº de Capas | 5 | | | | |
| Datos del Equipo de Penetración | | | | | |
| Constante del anillo de Carga | $F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN) | | | | Diámetro del pistón |
| | A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09 | | | | 49.63 mm |
| COMPACTACIÓN | | | | | |
| Nº de Golpes por Capa | Nº | 12 | 25 | 56 | |
| Altura del molde | cm | 17.80 | 17.80 | 17.80 | |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | 15.24 | 15.24 | |
| Volumen de molde | cm ³ | | | | |
| Peso de molde | gr | 6360.00 | 7114.70 | 6403.00 | |

| CONDICION DE LA MUESTRA | | No Saturado | | | No Saturado | | | No Saturado | | |
|---------------------------|--------|-------------|--------|---------|-------------|--------|--------|-------------|--------|---------|
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11876.20 | | | 12758.10 | | | 12148.90 | | |
| Peso de suelo húmedo | gr | | | | | | | | | |
| Densidad húmeda | gr/cm3 | | | | | | | | | |
| Tara N° | N° | V-04 | V-05 | V-06 | B-01 | B-02 | B-03 | V-03 | V-02 | V-01 |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 117.521 | 96.973 | 116.857 | 72.175 | 59.595 | 57.564 | 118.120 | 98.013 | 116.515 |
| Tara + Suelo seco | gr | 113.348 | 93.675 | 112.595 | 67.634 | 56.392 | 54.091 | 113.274 | 94.148 | 111.838 |
| Peso de agua | gr | 4.173 | 3.298 | 4.262 | 4.541 | 3.203 | 3.473 | 4.846 | 3.865 | 4.677 |
| Peso de tara | gr | 51.532 | 46.954 | 56.004 | 12.070 | 15.690 | 11.720 | 50.080 | 44.619 | 50.220 |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | |
| % de humedad | % | | | | | | | | | |
| % de humedad promedio | % | 7.114 | | | 8.080 | | | 7.687 | | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | 2.188 | | | 2.219 | | | 2.267 | | |

| Expansión | | | | | | | |
|------------|-------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Tiempo Dia | Tiempo Hora | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) |
| 0 | 0 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| 1 | 24 | 4.00 | | 5.00 | | 3.00 | |
| 2 | 48 | 4.00 | | 7.00 | | 5.00 | |
| 3 | 72 | 4.00 | | 7.00 | | 5.00 | |
| 4 | 96 | 4.00 | | 9.00 | | 8.00 | |

| Penetración | | | | | | | | |
|-------------|-----------|---------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg2) | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) |
| 0.0000 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| 0.0250 | 0.63 | | 5 | | 8 | | 14 | |

| | | | | | |
|---------------|-------------|-------------|-----------|------------|------------|
| 0.0500 | 1.27 | | 10 | 18 | 35 |
| 0.0750 | 1.9 | | 19 | 32 | 53 |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 33 | 47 | 70 |
| 0.1250 | 3.17 | | 48 | 62 | 88 |
| 0.1500 | 3.81 | | 62 | 80 | 102 |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 85 | 112 | 136 |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 123 | 165 | 201 |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 153 | 216 | 272 |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 178 | 260 | 346 |

Tabla 74. Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°02



Universidad
Continental

**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA
COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.**

| | |
|--------------------|--|
| Ensayo: | Ensayo (CBR) |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo |
| Fecha: | 09/06/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Proctor Modificado | | Energía de Compactación | | Disco |
|---|-------|--------------------------------|---------|-------------------|
| Densidad seca máxima (gr/cm³) | 2.317 | Masa de la Pesa | 4.57 kg | N.º Capas |
| Contenido de humedad óptimo | 6.80 | Altura de Caída | 45.82cm | Espaciador |
| Nº de Capas | 5 | | 5 | 4.9 cm |


Datos del Equipo de Penetración

| | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|--------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|---------------------|
| Constante del anillo de Carga | $F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN) | | | | | | | | | | Diámetro del pistón |
| | A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09 | | | | | | | | | | 49.63 mm |
| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | |
| N° de Golpes por Capa | N° | 12 | | | 25 | | | 56 | | | |
| Altura del molde | cm | 17.80 | | | 17.80 | | | 17.80 | | | |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | | | 15.24 | | | 15.24 | | | |
| Volumen de molde | cm3 | | | | | | | | | | |
| Peso de molde | gr | 5963.30 | | | 7098.70 | | | 6228.90 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | No Saturado | | | No Saturado | | | No Saturado | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11225.80 | | | 12572.50 | | | 11915.30 | | | |
| Peso de suelo húmedo | gr | | | | | | | | | | |
| Densidad húmeda | gr/cm3 | | | | | | | | | | |
| Tara N° | N° | C-07 | C-08 | C-09 | C-04 | C-05 | C-06 | C-01 | C-02 | C-03 | |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 72.255 | 72.327 | 68.640 | 77.954 | 82.238 | 75.596 | 66.905 | 78.095 | 63.162 | |
| Tara + Suelo seco | gr | 69.587 | 68.646 | 65.901 | 74.187 | 78.315 | 72.248 | 63.982 | 74.889 | 60.862 | |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | | |
| Peso de tara | gr | 18.280 | 18.300 | 18.830 | 18.200 | 17.660 | 18.020 | 18.470 | 19.420 | 18.470 | |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | | |
| % de humedad | % | | | | | | | | | | |
| % de humedad promedio | % | 6.110 | | | 6.457 | | | 5.876 | | | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | 2.108 | | | 2.185 | | | 2.282 | | | |

| Expansión | | | | | | | |
|------------|-------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Tiempo Dia | Tiempo Hora | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) |
| 0 | 0 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| 1 | 24 | 19.00 | | 42.00 | | 17.00 | |
| 2 | 48 | 20.00 | | 42.00 | | 22.00 | |
| 3 | 72 | 21.00 | | 42.00 | | 25.00 | |
| 4 | 96 | 21.50 | | 42.00 | | 26.00 | |

| Penetración | | | | | | | | |
|---------------|-------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg2) | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) |
| 0.0000 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| 0.0250 | 0.63 | | 5.5 | | 6 | | 7 | |
| 0.0500 | 1.27 | | 10 | | 12 | | 22 | |
| 0.0750 | 1.9 | | 16 | | 20 | | 45 | |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 22 | | 35 | | 79 | |
| 0.1250 | 3.17 | | 28 | | 42 | | 108 | |
| 0.1500 | 3.81 | | 32 | | 49 | | 134 | |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 42 | | 60 | | 173 | |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 58 | | 83 | | 229 | |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 71 | | 95 | | 274 | |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 77 | | 110 | | 322 | |

Tabla 75. Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°03

| | | | | |
|---|--|--------------------------------|--------------------|----------------------------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | |
| Ensayo: | Ensayo (CBR) | | | |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo | | | |
| Fecha: | 14/06/2023 | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | |
| DATOS PRELIMINARES | | | | |
| Datos del Proctor Modificado | | Energía de Compactación | | Disco |
| Densidad seca máxima (gr/cm3) | 2.224 | Espaciador | 4.57 kg | N.º Capas |
| Contenido de humedad óptimo | 8.4 | 4.9 cm | 45.82cm | 5 |
| Nº de Capas | 5 | | | Espaciador |
| | | | | 4.9 cm |
| Datos del Equipo de Penetración | | | | |
| Constante del anillo de Carga (KN) | $F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09 | | | Diámetro del pistón |
| | | | | 49.63 mm |
| COMPACTACIÓN | | | | |
| Nº de Golpes por Capa | Nº | 12 | 25 | 56 |
| Altura del molde | cm | 17.80 | 17.80 | 17.80 |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | 15.24 | 15.24 |
| Volumen de molde | cm3 | | | |
| Peso de molde | gr | 5963.30 | 7098.70 | 6228.90 |
| CONDICION DE LA MUESTRA | No Saturado | | No Saturado | No Saturado |

| | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11385.00 | 12749.30 | 12181.70 | | | | | | |
| Peso de suelo húmedo | gr | | | | | | | | | |
| Densidad húmeda | gr/cm3 | | | | | | | | | |
| Tara N° | N° | B-07 | B-12 | B-11 | B-06 | B-01 | B-02 | B-03 | B-05 | B-10 |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 67.880 | 65.399 | 56.339 | 82.472 | 75.935 | 73.832 | 75.115 | 83.082 | 79.752 |
| Tara + Suelo seco | gr | 63.353 | 61.294 | 52.285 | 75.760 | 70.178 | 68.514 | 69.062 | 76.771 | 74.065 |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | |
| Peso de tara | gr | 15.810 | 15.830 | 14.530 | 15.400 | 12.070 | 15.690 | 11.720 | 15.720 | 15.510 |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | |
| % de humedad | % | | | | | | | | | |
| % de humedad promedio | % | 9.763 | | | | 10.365 | | | 10.202 | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | 2.099 | | | | 2.176 | | | 2.296 | |

| | | Expansión | | | | | |
|-------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Tiempo Dia | Tiempo Hora | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) |
| 0 | 0 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| 1 | 24 | 3.00 | | 6.00 | | 7.00 | |
| 2 | 48 | 5.00 | | 9.00 | | 11.00 | |
| 3 | 72 | 5.00 | | 9.00 | | 11.00 | |
| 4 | 96 | 5.00 | | 9.00 | | 11.00 | |

| | | Penetración | | | | | | |
|----------------|------------------|----------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg2) | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) |
| 0.0000 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |

| | | | | | |
|---------------|-------------|-------------|-----------|-----------|------------|
| 0.0250 | 0.63 | | 4 | 7 | 11 |
| 0.0500 | 1.27 | | 8 | 12 | 23 |
| 0.0750 | 1.9 | | 12 | 20 | 37 |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 17 | 29 | 51 |
| 0.1250 | 3.17 | | 22 | 40 | 62 |
| 0.1500 | 3.81 | | 27 | 49 | 78 |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 38 | 68 | 104 |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 65 | 101 | 145 |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 89 | 125 | 175 |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 114 | 149 | 204 |

Tabla 76. Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°04



Universidad
Continental

**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA
COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.**

| | |
|--------------------|--|
| Ensayo: | Ensayo (CBR) |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo |
| Fecha: | 19/06/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Proctor Modificado | | Energía de Compactación | | Disco |
|----------------------------------|--------|-------------------------|---------|------------|
| Densidad seca máxima (gr/cm3) | 2.2805 | Masa de la Pesa | 4.57 kg | N.º Capas |
| | | | | Espaciador |

| | | | | | | | | | | |
|--|--|------------------------|--------------------|--------------------|-------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Contenido de humedad óptimo | 6.2 | Altura de Caída | | 45.82cm | 5 | 4.9 cm | | | | |
| N° de Capas | 5 | | | | | | | | | |
| Datos del Equipo de Penetración | | | | | | | | | | |
| Constante del anillo de Carga | $F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN) | | | | | Diámetro del pistón | | | | |
| | A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09 | | | | | 49.63 mm | | | | |
| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | |
| N° de Golpes por Capa | N° | 12 | 25 | 56 | | | | | | |
| Altura del molde | cm | 17.80 | 17.80 | 17.80 | | | | | | |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | 15.24 | 15.24 | | | | | | |
| Volumen de molde | cm3 | | | | | | | | | |
| Peso de molde | gr | 6360.00 | 6403.00 | 7114.70 | | | | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | No Saturado | No Saturado | No Saturado | | | | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11448.10 | 11815.5 | 12928.30 | | | | | | |
| Peso de suelo húmedo | gr | | | | | | | | | |
| Densidad húmeda | gr/cm3 | | | | | | | | | |
| Tara N° | N° | C-16 | C-17 | C-18 | C-13 | C-14 | C-15 | C-10 | C-11 | C-12 |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 73.040 | 78.570 | 73.196 | 65.226 | 76.694 | 78.456 | 63.459 | 63.592 | 74.094 |
| Tara + Suelo seco | gr | 69.086 | 75.263 | 70.160 | 61.551 | 73.145 | 74.786 | 61.039 | 61.132 | 71.214 |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | |
| Peso de tara | gr | 19.020 | 18.590 | 19.270 | 19.040 | 18.100 | 18.060 | 18.170 | 17.820 | 18.250 |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | |
| % de humedad | % | | | | | | | | | |
| % de humedad promedio | % | | | | | | | | | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | | | | | | | | | |

Expansión

| Tiempo Dia | Tiempo Dia | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
|------------|------------|-------------------|------------------|-------------------|---------|-------------------|---------|
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura |
| 0 | 0 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| 1 | 24 | 21.00 | | 29.00 | | 34.00 | |
| 2 | 48 | 22.50 | | 30.00 | | 35.00 | |
| 3 | 72 | 23.00 | | 31.00 | | 36.00 | |
| 4 | 96 | 24.00 | | 32.00 | | 37.00 | |

| Penetración | | | | | | | | |
|---------------|-------------|---------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg2) | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) |
| 0.0000 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| 0.0250 | 0.63 | | 1.5 | | 3 | | 5 | |
| 0.0500 | 1.27 | | 4 | | 7 | | 10 | |
| 0.0750 | 1.9 | | 5 | | 10 | | 15 | |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 7 | | 15 | | 22 | |
| 0.1250 | 3.17 | | 9.5 | | 22 | | 35 | |
| 0.1500 | 3.81 | | 11 | | 30 | | 51 | |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 14 | | 47 | | 78 | |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 20 | | 73 | | 125 | |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 24 | | 95 | | 161 | |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 29 | | 110 | | 195 | |

Tabla 77. Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°05

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

| | |
|--------------------|--|
| Ensayo: | Ensayo (CBR) |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo |
| Fecha: | 24/06/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Proctor Modificado | | Energía de Compactación | | Disco |
|--|-------|-------------------------|---------|------------|
| Densidad seca máxima (gr/cm ³) | 2.252 | Masa de la Pesa | 4.57 kg | Espaciador |
| Contenido de humedad óptimo | 6.1 | Altura de Caída | 45.82cm | 4.9 cm |
| N° de Capas | 5 | | | |

Datos del Equipo de Penetración

| | | | |
|-------------------------------|--|--|----------------------------|
| Constante del anillo de Carga | F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3 (KN) | | Diámetro del pistón |
| | A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09 | | 49.63 mm |

COMPACTACIÓN

| N° de Golpes por Capa | N° | 12 | 25 | 56 |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Altura del molde | cm | 17.80 | 17.80 | 17.80 |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | 15.24 | 15.24 |
| Volumen de molde | cm ³ | | | |
| Peso de molde | gr | 6228.90 | 7098.70 | 5963.30 |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | No Saturado | No Saturado | No Saturado |
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11246.00 | 12324.40 | 11424.60 |
| Peso de suelo húmedo | gr | | | |
| Densidad húmeda | gr/cm ³ | | | |

| Tara N° | N° | C-07 | C-08 | C-09 | C-04 | C-05 | C-06 | C-01 | C-02 | C-03 |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Tara + Suelo húmedo | gr | 60.487 | 71.323 | 72.399 | 75.872 | 73.256 | 74.168 | 63.904 | 64.587 | 83.140 |
| Tara + Suelo seco | gr | 58.237 | 68.576 | 69.426 | 72.681 | 70.032 | 70.624 | 61.196 | 62.009 | 79.376 |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | |
| Peso de tara | gr | 18.280 | 18.300 | 18.830 | 18.200 | 17.660 | 18.020 | 18.470 | 19.420 | 18.140 |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | |
| % de humedad | % | | | | | | | | | |
| % de humedad promedio | % | 5.657 | | | 6.250 | | | 6.179 | | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | 2.018 | | | 2.090 | | | 2.186 | | |

| | | Expansión | | | | | |
|------------|------------|-------------------|------------------|-------------------|---------|-------------------|---------|
| Tiempo Dia | Tiempo Dia | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura |
| 0 | 0 | 0 | | 0 | | 0 | |
| 1 | 24 | 26 | | 17 | | 55 | |
| 2 | 48 | 27 | | 17 | | 57 | |
| 3 | 72 | 27 | | 18 | | 57 | |
| 4 | 96 | 28 | | 19 | | 58 | |

| | | Penetración | | | | | | |
|---------|-----------|---------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg2) | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) |
| 0.0000 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| 0.0250 | 0.63 | | 1.5 | | 2 | | 1.5 | |
| 0.0500 | 1.27 | | 3 | | 5 | | 6 | |
| 0.0750 | 1.9 | | 5 | | 8 | | 11 | |

| | | | | | |
|---------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 7 | 12 | 16 |
| 0.1250 | 3.17 | | 10.5 | 22 | 26 |
| 0.1500 | 3.81 | | 11.5 | 31 | 39 |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 15 | 45 | 67 |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 23 | 73 | 119 |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 31 | 102 | 156 |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 40 | 126 | 194 |

Tabla 78. Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°06

| | | | | |
|---|--|--------------------------------|---------|----------------------------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023. | | | |
| Ensayo: | Ensayo (CBR) | | | |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo | | | |
| Fecha: | 29/06/2023 | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | |
| DATOS PRELIMINARES | | | | |
| Datos del Proctor Modificado | | Energía de Compactación | | Disco |
| Densidad seca máxima (gr/cm3) | 2.181 | Masa de la Pesa | 4.57 kg | N.º Capas |
| Contenido de humedad óptimo | 8.6 | Altura de Caída | 45.82cm | Espaciador |
| Nº de Capas | 5 | | 5 | 4.9 cm |
| Datos del Equipo de Penetración | | | | |
| Constante del anillo de Carga (KN) | $F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ | | | Diámetro del pistón |

$$A = -0.32433 \quad A1 = 0.05875 \quad A2 = -5.69324 \times 10^{-6} \quad A3 = -2.26861 \times 10^{-9}$$

49.63 mm

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|--------------|-----------|
| N° de Golpes por Capa | # | 12 | | | | | | 25 | | | | 56 |
| Altura del molde | cm | 17.80 | | | | | | 17.80 | | | | 17.80 |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | | | | | | 15.24 | | | | 15.24 |
| Volumen de molde | cm³ | | | | | | | | | | | |
| Peso de molde | gr | 6360.00 | | | | | | 6403.00 | | | | 7114.70 |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | No Saturado | | | No Saturado | | | | No Saturado | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11214.50 | | | | | | 11474.80 | | | | 12520.10 |
| Peso de suelo húmedo | gr | | | | | | | | | | | |
| Densidad húmeda | gr/cm³ | | | | | | | | | | | |
| Tara N° | N° | C-07 | C-08 | C-09 | C-04 | C-05 | C-06 | C-01 | C-02 | C-03 | | |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 71.384 | 72.482 | 71.295 | 76.626 | 68.380 | 75.419 | 75.455 | 80.820 | 85.480 | | |
| Tara + Suelo seco | gr | 67.326 | 68.110 | 66.678 | 71.770 | 64.185 | 71.445 | 71.915 | 75.910 | 79.646 | | |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | | | |
| Peso de tara | gr | 18.280 | 18.300 | 18.830 | 18.200 | 17.660 | 18.020 | 18.470 | 19.420 | 18.140 | | |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | | | |
| % de humedad | % | | | | | | | | | | | |
| % de humedad promedio | % | 8.900 | | | | | | | 8.507 | | 8.267 | |
| Densidad Seca | gr/cm³ | 1.894 | | | | | | | 1.986 | | 2.122 | |

| Expansión | | | | | | | |
|------------|-------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Tiempo Dia | Tiempo Hora | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) |
| 0 | 0 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| 1 | 24 | 25.00 | | 31.00 | | 34.00 | |
| 2 | 48 | 26.50 | | 32.00 | | 36.00 | |
| 3 | 72 | 29.50 | | 33.00 | | 40.00 | |
| 4 | 96 | 30.00 | | 34.00 | | 41.00 | |

| Penetración | | | | | | | | |
|---------------|-------------|------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg2) | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) |
| 0.0000 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| 0.0250 | 0.63 | | 6 | | 5.5 | | 8 | |
| 0.0500 | 1.27 | | 10 | | 17 | | 21 | |
| 0.0750 | 1.9 | | 14 | | 27 | | 39 | |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 18 | | 41 | | 57 | |
| 0.1250 | 3.17 | | 22 | | 55 | | 74 | |
| 0.1500 | 3.81 | | 25 | | 71 | | 89 | |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 32 | | 101 | | 115 | |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 40 | | 146 | | 175 | |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 50 | | 167 | | 217 | |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 57 | | 189 | | 261 | |

Tabla 79. Toma de datos de ensayo CBR-Calicata N°07

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL | | | |
|--|--|--------------------------------|----------------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA | | | |
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023. | | | |
| Ensayo: | Ensayo (CBR) | | |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo | | |
| Fecha: | 04/07/2023 | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | |
| DATOS PRELIMINARES | | | |
| Datos del Proctor Modificado | | Energía de Compactación | |
| Densidad seca máxima (gr/cm3) | 2.231 | Masa de la Pesa 4.57 kg | N.º Capas |
| Contenido de humedad óptimo | 7.9 | Altura de Caída 45.82cm | 5 |
| Nº de Capas | 5 | | 4.9 cm |
| Datos del Equipo de Penetración | | | |
| Constante del anillo de Carga | $F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN) | | Diámetro del pistón |
| | A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09 | | 49.63 mm |
| COMPACTACIÓN | | | |
| Nº de Golpes por Capa | # | 12 | 25 |
| Altura del molde | cm | 17.80 | 17.80 |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | 15.24 |
| Volumen de molde | cm3 | | |
| Peso de molde | gr | 6228.90 | 7099.80 |
| | | | 5963.30 |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | | |
| | | No Saturado | No Saturado |
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11209.40 | 12420.20 |
| Peso de suelo húmedo | gr | | 11485.00 |

| Densidad húmeda | gr/cm ³ | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Tara N° | N° | C-07 | C-08 | C-09 | C-04 | C-05 | C-06 | C-01 | C-02 | C-03 |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 81.461 | 77.319 | 69.085 | 74.041 | 76.939 | 68.858 | 74.694 | 81.110 | 66.899 |
| Tara + Suelo seco | gr | 76.803 | 73.270 | 65.118 | 70.138 | 72.936 | 65.018 | 70.667 | 77.267 | 63.778 |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | |
| Peso de tara | gr | 18.280 | 18.300 | 18.830 | 18.280 | 17.660 | 18.020 | 18.470 | 19.420 | 18.140 |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | |
| % de humedad | % | | | | | | | | | |
| % de humedad promedio | % | 7.965 | | | 7.646 | | | 7.066 | | |
| Densidad Seca | gr/cm ³ | 1.960 | | | 2.100 | | | 2.192 | | |

| Expansión | | | | | | | |
|------------|-------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Tiempo Dia | Tiempo Hora | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) |
| 0 | 0 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| 1 | 24 | 11.00 | | 5.00 | | 20.00 | |
| 2 | 48 | 11.00 | | 6.00 | | 21.00 | |
| 3 | 72 | 11.50 | | 7.00 | | 21.00 | |
| 4 | 96 | 12.00 | | 7.00 | | 21.00 | |

| Penetración | | | | | | | | |
|---------------|-------------|---|-------------------|--|-------------------|--|-------------------|--|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg ²) | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg ²) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg ²) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg ²) |
| 0.0000 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| 0.0250 | 0.63 | | 3 | | 8 | | 10 | |
| 0.0500 | 1.27 | | 8 | | 25 | | 42 | |
| 0.0750 | 1.9 | | 13 | | 53 | | 76 | |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 18 | | 75 | | 110 | |

| | | | | | | | |
|---------------|-------------|-------------|-----------|--|------------|--|------------|
| 0.1250 | 3.17 | | 20 | | 91 | | 150 |
| 0.1500 | 3.81 | | 26 | | 108 | | 184 |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 33 | | 132 | | 249 |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 43 | | 172 | | 344 |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 55 | | 205 | | 407 |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 63 | | 236 | | 461 |

3.11. ENSAYOS DE LABORATORIO CON ADITIVOS CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA DUST SEAL PE

3.11.1. Límites de Atterberg

3.11.1.1. Límite líquido

- a) **Equipos:** Un equipo de Casagrande (referencia: Norma ASTM N° D 4318), una balanza de sensibilidad, un tamiz número 40, un ranurador, taras, espátulas y contenedores.
- b) **Procedimiento:**
- Se debe tamizar el material o muestra de suelo a través de la malla N° 40, luego se coloca una porción de 100 gr de material en un recipiente de porcelana, de la cantidad de la muestra se le adiciona los porcentajes de aditivo Sika así como cemento, a ello se le adiciona gradualmente agua destilada, luego de humedecer el suelo y así conseguir una consistencia homogénea.
 - Para empezar, el equipo de Casagrande se calibra, donde la altura de caída debe de ser de 10 mm exactamente. La cuchara de bronce del equipo de Casagrande se limpia completamente para luego secarla antes de realizar nuestro ensayo, se coloca el suelo homogéneo en la cuchara del equipo de Casagrande, entre un aproximado de 50 - 70 gr, de tal manera se obtuvo una superficie plana en la cuchara de 1 cm de altura, con la espátula se nivela de forma horizontal y con el acanalador se realiza un surco del interior al exterior.
 - Después, se conduce a girar la manivela del equipo de Casagrande, a una revolución aproximando de 2 golpes por segundo, tomando en cuenta que la cuchara cae de una altura de 1 cm, hasta que logre cerrarse en la base del surco en una longitud de 12 mm contando el número de golpes.
 - Se registra el número de golpes a cada una de las muestras que realizo en laboratorio, tomando en consideración los parámetros: 15 – 25 golpes; 20 – 30 golpes; 25 – 35 golpes.
 - Una muestra de 10 gramos aproximadamente de cada ensayo que hicimos se colocó en sus respectivas latas (toma de muestras), se pesó y se colocó en un horno eléctrico por al menos 8 horas.
 - Las muestras se retiraron para su medida de peso correspondiente al día siguiente y luego se tomarán los datos de todas combinaciones y se realizó el procesamiento de estos en cuadros Excel.

Figura 20. Ensayo de Límite líquido más los aditivos



c) Tabla de datos

Tabla 80. Datos de Límite líquido, suelo natural más 5% de cemento



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

| | |
|--------------------|---|
| Ensayo: | Límite líquido |
| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) |
| Fecha: | 28-09-2023 |
| Tesistas: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

| | | LÍMITE LÍQUIDO | | | |
|--------------------------------|-----|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| Descripción | | M-1 | M-2 | M-3 | M-4 |
| Código de cápsula | Cod | A-01 | A-02 | A-03 | A-07 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 23.203 | 22.838 | 18.140 | 24.723 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 19.909 | 19.714 | 15.917 | 21.834 |
| Peso del agua | gr | | | | |
| Peso de cápsula | gr | 8.05 | 8.08 | 7.88 | 11.29 |
| Peso del suelo seco | gr | | | | |
| Número de golpes | n* | 15 | 23 | 29 | 35 |
| Contenido de Humedad | % | | | | |

Tabla 81. Datos de Límite líquido, suelo natural más 6% de cemento

| | | | | | | |
|---|--|------|--------|--------|--------|--------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | | | |
| Ensayo: | Límite líquido | | | | | |
| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | | |
| Fecha: | 28-09-2023 | | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | |
| | Descripción | M- 1 | M- 2 | M- 3 | M- 4 | |
| | Código de cápsula | Cod. | C-08 | C-09 | C-11 | C-15 |
| | Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 35.464 | 42.356 | 39.414 | 39.464 |
| | Peso de capsula + Suelo seco | gr | 31.691 | 37.196 | 34.633 | 34.825 |
| | Peso del agua | gr | | | | |
| | Peso de cápsula | gr | 18.30 | 18.83 | 17.82 | 18.06 |
| | Peso del suelo seco | gr | | | | |
| | Número de golpes | n* | 20 | 30 | 18 | 36 |
| | Contenido de Humedad | % | | | | |

Tabla 82. Datos de Límite líquido, suelo natural más 1% de Sika

| | | | | | |
|---|--|------|------|------|------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | | |
| Ensayo: | Límite líquido | | | | |
| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 28-09-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | |
| | Descripción | M- 1 | M- 2 | M- 3 | M- 4 |

| Código de cápsula | Cod. | C-14 | C-17 | C-19 | C-07 |
|--------------------------------|------|--------|--------|--------|--------|
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 40.996 | 36.737 | 36.792 | 38.185 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 36.106 | 32.925 | 33.145 | 34.059 |
| Peso del agua | gr | | | | |
| Peso de cápsula | gr | 18.14 | 18.59 | 19.25 | 18.23 |
| Peso del suelo seco | gr | | | | |
| Número de golpes | n* | 18 | 22 | 31 | 35 |
| Contenido de Humedad | % | | | | |

Tabla 83. Datos de Límite líquido, suelo natural más 2% de Sika



Universidad
Continental

**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON
CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA
COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR;
MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.**

| | |
|--------------------|---|
| Ensayo: | Límite líquido |
| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) |
| Fecha: | 28-09-2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | |
|--------------------------------|------|--------|--------|--------|--------|
| Descripción | | M- 1 | M- 2 | M- 3 | M- 4 |
| Código de cápsula | Cod. | C-16 | C-01 | C-12 | C-05 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 38.469 | 39.108 | 40.716 | 39.798 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 34.047 | 34.511 | 35.668 | 34.728 |
| Peso del agua | gr | | | | |
| Peso de cápsula | gr | 19.02 | 18.47 | 18.25 | 17.66 |
| Peso del suelo seco | gr | | | | |
| Número de golpes | n* | 28 | 33 | 20 | 17 |
| Contenido de Humedad | % | | | | |

Tabla 84. Datos de Límite líquido, suelo natural más 6% de cemento más 1% de Sika

| | | | | | | |
|---|--|------|--------|--------|--------|--------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | | | |
| Ensayo: | Límite líquido | | | | | |
| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | | |
| Fecha: | 30-09-2023 | | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | |
| | Descripción | | M- 1 | M- 2 | M- 3 | M- 4 |
| | Codigo de Capsula | Cod. | C-04 | C-05 | C-06 | C-07 |
| | Peso de capsula + Suelo humedo | gr | 37.988 | 34.263 | 37.729 | 36.323 |
| | Peso de capsula + Suelo seco | gr | 33.395 | 30.418 | 33.112 | 32.125 |
| | Peso del agua | gr | | | | |
| | Peso de cápsula | gr | 18.28 | 17.66 | 18.02 | 18.23 |
| | Peso del suelo seco | gr | | | | |
| | Número de golpes | n* | 31 | 26 | 16 | 20 |
| | Contenido de Humedad | % | | | | |

Tabla 85. Datos de Límite líquido, suelo natural más 5% de cemento más 2% de Sika

| | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | | |
| Ensayo: | Límite líquido | | | | |
| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 30-09-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |

| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | |
|--------------------------------|------|--------|--------|--------|--------|
| Descripción | | M- 1 | M- 2 | M- 3 | M- 4 |
| Código de cápsula | Cod. | C-01 | C-02 | C-03 | C-08 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 37.27 | 40.198 | 36.026 | 37.832 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 33.272 | 35.438 | 31.908 | 33.245 |
| Peso del agua | gr | | | | |
| Peso de cápsula | gr | 18.47 | 19.42 | 18.14 | 18.30 |
| Peso del suelo seco | gr | | | | |
| Número de golpes | n* | 30 | 26 | 20 | 16 |
| Contenido de Humedad | % | | | | |

3.11.1.2. Límite Plástico

a) **Equipos:** El horno eléctrico, una balanza de sensibilidad, Vasija de porcelana, placa de vidrio, taras, varilla de 3 mm, tamiz número 40, recipiente y espátulas

b) **Procedimiento:**

- Con el suelo que pasó por la malla N° 40, se agregó una pequeña cantidad de material a una vasija de porcelana, a ello se le agrega diferentes porcentajes de aditivos, así como la combinación, a esto se va adicionando de manera gradual agua destilada, hasta que el suelo quede húmedo completamente, a fin de obtener una pasta homogénea.
- Se recolectó una cantidad de suelo de alrededor de 1 cm³ de volumen sobre una placa de vidrio esmerilado (vidrio poroso), y luego se formaron pequeños cilindros o bastones de 3.00 mm de diámetro, haciendo rodar con las yemas de nuestros dedos.
- Se repite esta operación hasta que se puedan cortar cilindros de 3 mm de diámetro en trozos de menos de 1 cm de largo. Se sigue el mismo proceso con porciones de 1 cm³ de la misma muestra de suelo.
- Luego se midió el peso total de las muestras hasta reunir al menos 6 gramos y luego se colocaron en cápsulas para hornear por 24 horas. Al día siguiente, se retirarán para su peso correspondiente, con los datos obtenidos se procede a realizar el procesamiento de datos.
- Se calcula el índice de plasticidad (IP=LL-LP), en base a los resultados de Límite líquido y límites plástico.

Figura 21. Ensayo de Límite plástico más los aditivos



c) Toma de datos

Tabla 86. Datos de Límite plástico, suelo natural más 5% de cemento



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

| | | | | | |
|--------------------------------|--|-------|--------|--------|-------|
| Ensayo: | Límite Plástico | | | | |
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 28/09/2023 | | | | |
| Tesistas: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
| | Descripción | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| Código de cápsula | Cod. | A-04 | A-05 | A-06 | A-08 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 9.921 | 10.331 | 13.176 | 9.201 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 9.471 | 9.912 | 12.89 | 8.845 |
| Peso del agua | gr | | | | |
| Peso de cápsula | gr | 7.43 | 8.02 | 11.61 | 7.24 |
| Peso del suelo seco | gr | | | | |
| Contenido de Humedad | % | | | | |

Tabla 87. Datos de Límite plástico, suelo natural más 6% de cemento



| | | | | | |
|--|--|---|--------|--------|--------|
|  | | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | | | |
| Ensayo: | Límite Plástico | | | | |
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 28-09-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
| Descripción | | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| Código de cápsula | Cod. | A-08 | A-09 | A-11 | A-01 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 9.274 | 10.108 | 11.357 | 10.141 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 8.925 | 9.767 | 10.984 | 9.784 |
| Peso del agua | gr | | | | |
| Peso de cápsula | gr | 7.24 | 8.12 | 9.17 | 8.05 |
| Peso del suelo seco | gr | | | | |
| Contenido de Humedad | % | | | | |

Tabla 88. Datos de Límite plástico, suelo natural más 1% de Sika

| | | | | | |
|---|--|---|--------|-------|-------|
|  | | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO - 2023. | | | | | |
| Ensayo: | Límite Plástico | | | | |
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 28-09-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
| Descripción | | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| Código de cápsula | Cod. | A-03 | A-07 | A-12 | A-04 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 10.187 | 13.324 | 9.047 | 9.205 |

| | | | | | |
|------------------------------|----|-------|--------|-------|-------|
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 9.794 | 12.982 | 8.743 | 8.899 |
| Peso del agua | gr | | | | |
| Peso de cápsula | gr | 7.88 | 11.29 | 7.20 | 7.43 |
| Peso del suelo seco | gr | | | | |
| Contenido de Humedad | % | | | | |

Tabla 89. Datos de Límite plástico, suelo natural más 2% de Sika



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP
MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA
CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -
2023.**

| | | | | | |
|--------------------------------|--|--------|--------|--------|--------|
| Ensayo: | Límite Plástico | | | | |
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 28-09-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
| Descripción | | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| Código de cápsula | Cod. | A-04 | A-05 | A-06 | A-10 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 10.016 | 10.796 | 14.416 | 14.354 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 9.598 | 10.346 | 13.964 | 13.959 |
| Peso del agua | gr | | | | |
| Peso de cápsula | gr | 7.43 | 8.02 | 11.61 | 11.89 |
| Peso del suelo seco | gr | | | | |
| Contenido de Humedad | % | | | | |

Tabla 90. Datos de Límite plástico, suelo natural más 6% cemento más 1% de Sika



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO
IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA
CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -
2023.**

| | | | | | |
|--------------------|--|--|--|--|--|
| Ensayo: | Límite Plástico | | | | |
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 30-09-2023 | | | | |

| | | | | | |
|--------------------------------|--|-------|--------|--------|--------|
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
| Descripción | | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| Código de cápsula | Cod. | A-04 | A-05 | A-06 | A-07 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 9.842 | 11.288 | 13.585 | 13.489 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 9.428 | 10.738 | 13.253 | 13.116 |
| Peso del agua | gr | | | | |
| Peso de cápsula | gr | 7.43 | 8.02 | 11.61 | 11.29 |
| Peso del suelo seco | gr | | | | |
| Contenido de Humedad | % | | | | |

Tabla 91. Datos de Límite plástico, suelo natural más 5% cemento más 2% de Sika



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP
MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA
CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.**

| | | | | | |
|--------------------------------|--|--------|-------|--------|-------|
| Ensayo: | Límite Plástico | | | | |
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 30-09-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
| Descripción | | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| Código de cápsula | Cod. | A-01 | A-02 | A-03 | A-09 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 11.109 | 9.901 | 10.901 | 9.987 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 10.589 | 9.59 | 10.379 | 9.667 |
| Peso del agua | gr | | | | |
| Peso de cápsula | gr | 8.05 | 8.08 | 7.88 | 8.12 |
| Peso del suelo seco | gr | | | | |
| Contenido de Humedad | % | | | | |

3.11.2. Ensayo de Compactación - Proctor Modificado (laboratorio)

- a) Equipos:** Consta de un molde de 6" de diámetro (15.24 cm) y un volumen (2123.31 cm³), un collar de dos pulgadas de extensión, un plato base pisón o martillo, regla metálica, balanza, , tamiz N°3/4, probeta de plástico, regla metálica, espátula, alicate, bandeja, bolsa, taras, brocha, cucharón, horno de secado, enrasador.

b) Procedimiento:

- Se prepara la muestra ya mezclada con diferentes porcentajes de aditivo en cuatro especímenes con diferentes contenidos de humedad.
- se prepara al menos cuatro especímenes con contenido de agua que se aproxime a CHO, puede ser por debajo o por encima.
- Es importante tomar nota de los pesos y volúmenes del molde que se utilizarán.
- Se procede a la colocación de la primera capa del suelo, el cual debe aplicarse 56 golpes, tal como indica el método de ensayo de compactación (Método C).
- Considerando que la compactación del suelo se debe realizar en 5 capas y que estas deben ser del mismo espesor, se procede a aplicar golpes en un promedio de 25 golpes por minuto
- Se retirarán el collar del molde después de compactar la última capa, enseguida se enrasa el espécimen compactado a fin de generar una superficie plana, en caso que exista hoyo en la superficie compactado, se procede a rellenar con suelo que fue retirado en el proceso de enrasado.
- Se retira la base del molde para luego hacer el proceso de pesado y se registra los datos correspondientes.
- Después de determinar y registrar el peso del suelo ensayado, se extrae el material del molde para extraer porciones y medir el contenido de humedad. Se llevan muestras de suelo al horno.
- Los cuatro especímenes (cuatro puntos compactados) se someten a diferentes tipos de contenidos de humedad. Dos de los especímenes deben quedar en el lado seco de la curva de compactación y los otros en el lado húmedo.

Figura 22. Ensayo de Laboratorio Proctor modificado más los aditivos



c) Tabla con datos

Tabla 92. Toma de datos de Proctor modificado - suelo natural más 5% de cemento



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

| | |
|--------------------|--|
| Ensayo: | Proctor Modificado |
| Referencia: | MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado) |
| Fecha: | 15/09/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Molde | | | Método de la Compactación | Tipo C |
|-----------------------|-----------------|---------|---------------------------|--------|
| Diámetro | cm | 15.24 | N.º de Capas | 5 |
| Altura | cm | 11.64 | Molde | 6" |
| Volumen | cm ³ | | | |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | | |

DENSIDAD HÚMEDA

| Número de muestras | Nº | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------|----|---|---|---|---|
|--------------------|----|---|---|---|---|

| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7714.30 | 8021.70 | 7816.50 | 7780.30 | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Peso molde | gr | | | | | | | | | | | | |
| Peso suelo húmedo | gr | | | | | | | | | | | | |
| Volumen del molde | cm ³ | | | | | | | | | | | | |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm ³ | | | | | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
| Recipiente | N° | C-01 | C-02 | C-03 | C-04 | C-05 | C-06 | C-07 | C-08 | C-09 | C-10 | C-11 | C-12 |
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 75.586 | 63.650 | 71.339 | 45.189 | 47.560 | 66.151 | 62.170 | 55.807 | 72.480 | 67.359 | 55.350 | 66.193 |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 72.717 | 61.377 | 68.468 | 42.813 | 44.990 | 62.261 | 57.591 | 52.079 | 66.928 | 61.444 | 51.092 | 61.189 |
| Peso de la tara | gr | 18.470 | 19.420 | 18.140 | 18.280 | 17.660 | 18.020 | 18.280 | 18.300 | 18.830 | 18.170 | 17.820 | 18.250 |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | | | | |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | | | | |
| Humedad | % | | | | | | | | | | | | |
| Densidad Suelo Seco | gr/cm ³ | | | | | | | | | | | | |

Tabla 93. Toma de datos de Proctor modificado - suelo natural más 6% de cemento



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

| | |
|-------------|--|
| Ensayo: | Proctor Modificado |
| Referencia: | MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado) |
| Fecha: | 15/09/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Molde | | Método de la Compactación | Tipo C |
|-----------------|-----------------|---------------------------|--------|
| Diámetro | cm | N.º de Capas | 5 |
| Altura | cm | Molde | 6" |
| Volumen | cm ³ | | |
| Peso del Molde | gr | | |

DENSIDAD HÚMEDA

| Número de muestras | N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------------|----|---------|---------|---------|---------|
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7659.40 | 7947.60 | 7834.50 | 7797.70 |

| Peso molde | gr | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Peso suelo húmedo | gr | | | | | | | | | | | | |
| Volumen del molde | cm ³ | | | | | | | | | | | | |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm ³ | | | | | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
| Recipiente | N° | C-13 | C-14 | C-15 | C-16 | C-17 | C-18 | C-19 | C-20 | C-21 | B-01 | B-02 | B-03 |
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 67.130 | 61.180 | 86.680 | 76.103 | 80.032 | 73.314 | 61.723 | 80.512 | 61.719 | 57.733 | 63.608 | 73.235 |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 64.483 | 58.973 | 84.011 | 71.408 | 75.229 | 69.016 | 57.699 | 75.771 | 57.366 | 52.815 | 59.023 | 67.936 |
| Peso de la tara | gr | 19.040 | 18.100 | 18.060 | 19.020 | 18.590 | 19.270 | 19.250 | 19.140 | 19.640 | 12.070 | 15.690 | 11.720 |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | | | | |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | | | | |
| Humedad | % | | | | | | | | | | | | |
| Densidad Suelo Seco | gr/cm ³ | | | | | | | | | | | | |

Tabla 94. Toma de datos de Proctor modificado - suelo natural más 1% de Sika



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

| | |
|-------------|--|
| Ensayo: | Proctor Modificado |
| Referencia: | MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado) |
| Fecha: | 15/09/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Molde | | Método de la Compactación | Tipo C |
|-----------------|-----------------|---------------------------|--------|
| Diámetro | cm | N.º de Capas | 5 |
| Altura | cm | Molde | 6" |
| Volumen | cm ³ | | |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | |

DENSIDAD HÚMEDA

| Número de muestras | N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------------|----|---------|---------|---------|---------|
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7703.50 | 7912.00 | 7867.00 | 7811.60 |
| Peso molde | gr | | | | |

| Peso suelo húmedo | gr | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|
| Volumen del molde | cm ³ | | | | | | | | | | | | |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm ³ | | | | | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HÚMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
| Recipiente | N° | B-04 | B-05 | B-06 | B-07 | B-08 | B-09 | B-10 | B-11 | B-12 | V-01 | V-02 | V-03 |
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 53.730 | 64.618 | 56.362 | 47.334 | 48.548 | 62.176 | 61.123 | 50.659 | 83.100 | 104.691 | 87.785 | 107.083 |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 51.916 | 61.667 | 54.221 | 44.830 | 45.611 | 58.704 | 57.262 | 47.550 | 77.409 | 99.005 | 83.608 | 101.312 |
| Peso de la tara | gr | 12.090 | 15.720 | 15.400 | 15.810 | 11.660 | 15.300 | 15.510 | 14.530 | 15.830 | 50.220 | 44.619 | 50.080 |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | | | | |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | | | | |
| Humedad | % | | | | | | | | | | | | |
| Densidad Suelo Seco | gr/cm ³ | | | | | | | | | | | | |

Tabla 95. Toma de datos de Proctor modificado - suelo natural más 2% de Sika



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

| Ensayo: | Proctor Modificado | | |
|---|--|---------|---------------------------|
| Referencia: | MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado) | | |
| Fecha: | 15/09/2023 | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | |
| DATOS PRELIMINARES | | | |
| Datos del Molde | | | Método de la Compactación |
| Diámetro | cm | 15.24 | Tipo C |
| Altura | cm | 11.64 | N.º de Capas |
| Volumen | cm ³ | | Molde |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | 6" |
| DENSIDAD HÚMEDA | | | |
| Número de muestras | N° | 1 | 2 |
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7907.50 | 7990.40 |
| Peso molde | gr | | |
| Peso suelo húmedo | gr | | |

| Volumen del molde | cm ³ | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------|--------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm ³ | | | | | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HÚMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
| Recipiente | N° | V-04 | V-05 | V-06 | T-01 | T-02 | T-03 | T-04 | T-05 | T-06 | T-07 | T-08 | T-09 |
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 88.286 | 89.239 | 112.132 | 106.458 | 91.420 | 135.434 | 107.439 | 126.738 | 113.402 | 128.831 | 143.473 | 140.318 |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 85.813 | 86.847 | 108.089 | 103.566 | 88.114 | 129.901 | 103.782 | 121.692 | 109.740 | 122.715 | 135.563 | 134.478 |
| Peso de la tara | gr | 51.532 | 46.954 | 56.004 | 74.688 | 55.102 | 71.973 | 74.933 | 74.129 | 76.916 | 74.175 | 74.608 | 79.171 |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | | | | |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | | | | |
| Humedad | % | | | | | | | | | | | | |
| Densidad Suelo Seco | gr/cm ³ | | | | | | | | | | | | |

Tabla 96. Toma de datos de Proctor modificado - suelo natural más 6% de cemento más 1% de Sika



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo: Proctor Modificado

Referencia: MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)

Fecha: 16/09/2023

Tesista: Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Molde | | Método de la Compactación | Tipo C |
|-----------------|-----------------|---------------------------|--------------|
| Diámetro | cm | 15.24 | N.º de Capas |
| Altura | cm | 11.64 | Molde |
| Volumen | cm ³ | | 6" |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | |

DENSIDAD HÚMEDA

| Número de muestras | N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------------|----|---------|---------|---------|---------|
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7772.90 | 7958.30 | 7840.80 | 7779.20 |
| Peso molde | gr | | | | |

| Peso suelo húmedo | gr | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Volumen del molde | cm ³ | | | | | | | | | | | | |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm ³ | | | | | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
| Recipiente | N° | C-02 | C-03 | C-04 | C-05 | C-06 | C-07 | C-08 | C-09 | C-10 | C-11 | C-12 | C-13 |
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 70.563 | 72.463 | 62.369 | 55.872 | 64.502 | 66.405 | 65.095 | 63.998 | 60.085 | 57.475 | 76.388 | 78.596 |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 67.683 | 69.489 | 59.759 | 52.452 | 60.830 | 62.621 | 61.151 | 60.185 | 55.808 | 53.298 | 71.129 | 72.134 |
| Peso de la tara | gr | 19.420 | 18.140 | 18.280 | 17.660 | 18.020 | 18.280 | 18.300 | 18.830 | 18.170 | 17.820 | 18.250 | 19.040 |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | | | | |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | | | | |
| Humedad | % | | | | | | | | | | | | |
| Densidad Suelo Seco | gr/cm ³ | | | | | | | | | | | | |

Tabla 97. Toma de datos de Proctor modificado - suelo natural más 5% de cemento más 2% de Sika



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo: Proctor Modificado

Referencia: MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)

Fecha: 16/09/2023

Tesista: Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Molde | | Método de la Compactación | | Tipo C |
|-----------------|-----------------|---------------------------|--------------|--------|
| Diámetro | cm | 15.24 | N.º de Capas | 5 |
| Altura | cm | 11.64 | Molde | 6" |
| Volumen | cm ³ | | | |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | | |

DENSIDAD HÚMEDA

| Número de muestras | N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------|----|---------|---------|---------|---------|
| Peso del suelo | gr | 7739.00 | 7979.30 | 7792.40 | 7767.20 |

| húmedo compactado | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Peso molde | gr | | | | | | | | | | | | |
| Peso suelo húmedo | gr | | | | | | | | | | | | |
| Volumen del molde | cm³ | | | | | | | | | | | | |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm³ | | | | | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HÚMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
| Recipiente | N° | C-15 | C-16 | C-17 | C-18 | C-19 | C-20 | C-03 | C-04 | C-05 | C-02 | C-06 | C-07 |
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 57.228 | 59.713 | 68.349 | 67.717 | 59.479 | 70.220 | 84.908 | 74.518 | 70.832 | 66.564 | 77.012 | 71.909 |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 54.984 | 57.151 | 66.164 | 63.805 | 56.150 | 66.960 | 79.281 | 68.688 | 65.072 | 60.766 | 71.318 | 66.286 |
| Peso de la tara | gr | 18.060 | 19.020 | 18.590 | 19.270 | 19.250 | 19.140 | 18.140 | 18.280 | 17.660 | 19.420 | 18.020 | 18.280 |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | | | | |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | | | | |
| Humedad | % | | | | | | | | | | | | |
| Densidad Suelo Seco | gr/cm³ | | | | | | | | | | | | |

3.11.3. Ensayo (CBR)

a) Equipos.

- Prensa para el respectivo proceso de penetración con un pistón sobre la muestra, con su anillo de carga.
- El molde de metal tiene un diámetro interior de 6" y una altura de 7".
- Un disco espaciador de metal Tiene un diámetro exterior de 5 -15/16 pulgadas y un espesor de 2,41 pulgadas.
- Un pistón con un peso de 4,54 kg y una altura de caída de 457,2 mm.
- Pesas ranuradas con una masa de 4.57 kg y un agujero central de 2 1/8" de diámetro.
- Un pistón de penetración de metal con una sección transversal de forma circular y un diámetro de 49,63 mm.
- Diales con divisiones lecturas de 0,025 mm y un recorrido mínimo de 25 mm.
- Tanque sobre el cual se va insertar muestras.
- Balanza.
- Un horno de secado que puede mantener una temperatura de 110°C ± 5°C.
- Tamiz de ¾ pulgadas, 3/8" pulgadas y N°04.
- Recipiente para la colocación de la muestra.
- Materiales o herramienta para el proceso de mezclado.

b) Procedimiento.

- Una muestra de aproximadamente de 20 Kg es tamizada por la malla N° 3/4”, con el cual se tiene material de aproximadamente de 17 Kg, a ello se adiciona los diferentes porcentajes de aditivo Sika más el cemento. El material detenido en la malla 3/4“, será reemplazado por el suelo detenido por la malla 3/4 “y detenido por la malla #4.
- Se toma las dimensiones de molde (altura, diámetro) a fin de determinar su volumen, de la misma manera su peso del molde incluido el base.
- Teniendo los datos de Contenido de humedad óptimo y la máxima densidad seca, se prepara la muestra.
- En la base de cada molde se coloca un disco espaciador y un papel filtro para evitar que el suelo se adhiera al disco durante la compactación.
- El material preparado se vierte al molde en cinco capas de aproximadamente del mismo espesor, para luego compactar por cada capa 12 golpes en un primer molde, 25 golpes segundo molde y 56 golpes en un tercer molde.
- Se extrae 3 muestras durante la compactación en capsulas previamente codificadas el cual es registrado y pesado, para luego secar en el horno por 24 horas, todo ello para determinar porcentaje de humedad promedio y densidad seca.
- Se enrasa el molde para luego ser pesado, luego se extrae el disco espaciador, se invierte el molde con la muestra para luego ser pesado y en seguida se coloca las pesas ranuradas y con un hueco en el medio,
- Se prepara una bandeja con agua en el que se colocan los mondes, el cual es remojado durante 4 días, previamente fijado con el extensómetro para cada molde a fin determinar el hinchamiento el cual es registrado cada 24 horas.
- Cumplido las 96 horas se escurre el molde en 45° durante 15 minutos aproximadamente, para luego ser sometido a la prensa para la prueba de penetración con su respectivo anillo de carga.

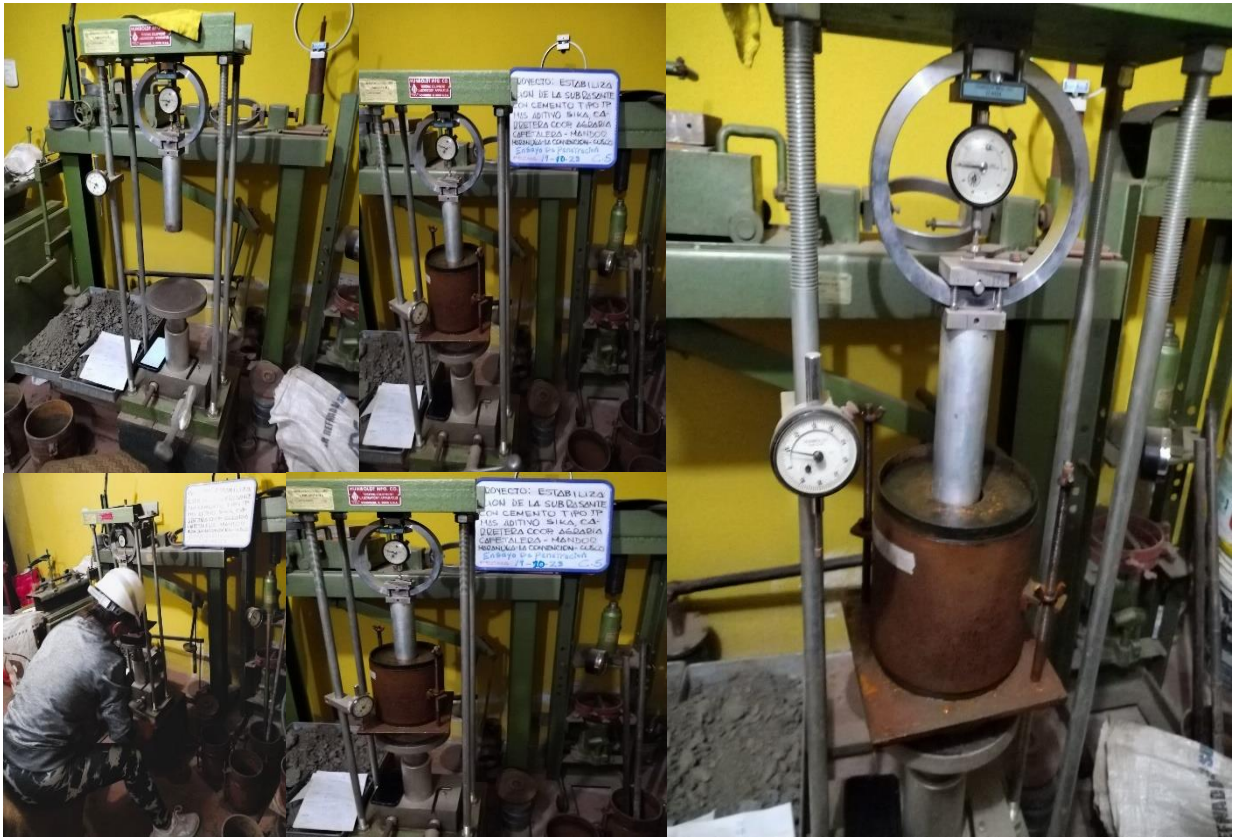
Figura 23. *Ensayo de laboratorio de CBR – Ensayo de compactación*



Figura 24. Ensayo de laboratorio de CBR – Ensayo de expansión




Figura 25. Ensayo de laboratorio de CBR – Ensayo de Penetración



c) Tabla con datos

Tabla 98. Toma de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 5% cemento.

|  | | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|--|--|---|---------|-----------|---------------------|
| TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023. | | | | | |
| Ensayo: | Ensayo (CBR) | | | | |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo | | | | |
| Fecha: | 10/10/2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| DATOS PRELIMINARES | | | | | |
| Datos del Proctor Modificado | | Energía de Compactación | | | Disco Espaciador |
| Densidad seca máxima (gr/cm ³) | 2.308 | Masa de la Pesa | 4.57 kg | N.º Capas | |
| Contenido de humedad óptimo | 6.65 | Altura de caída | 45.82cm | 5 | 4.9 cm |
| Nº de Capas | 5 | | | | |
| Datos del Equipo de Penetración | | | | | |
| Constante del anillo de Carga | F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3 (KN) | | | | Diámetro del pistón |
| | A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09 | | | | 49.63 mm |
| COMPACTACIÓN | | | | | |
| Nº de Golpes por Capa | Nº | 12 | 25 | 56 | |
| Altura del molde | cm | 17.80 | 17.80 | 17.80 | |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | 15.24 | 15.24 | |
| Volumen de molde | cm ³ | | | | |
| Peso de molde | gr | 6360.00 | 6545.30 | 6403.00 | |


| CONDICION DE LA MUESTRA | | No Saturado | | | No Saturado | | | No Saturado | | |
|---------------------------|--------|-------------|--------|--------|-------------|--------|--------|-------------|--------|--------|
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11876.20 | | | 12758.10 | | | 12148.90 | | |
| Peso de suelo húmedo | gr | | | | | | | | | |
| Densidad húmeda | gr/cm3 | | | | | | | | | |
| Tara N° | N° | V-04 | V-05 | V-06 | B-01 | B-02 | B-03 | V-03 | V-02 | V-01 |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 56.640 | 67.197 | 71.482 | 57.236 | 71.298 | 67.052 | 56.951 | 61.075 | 64.427 |
| Tara + Suelo seco | gr | 53.594 | 63.260 | 67.356 | 54.189 | 67.059 | 63.155 | 53.959 | 57.784 | 60.775 |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | |
| Peso de tara | gr | 18.280 | 18.300 | 18.830 | 18.280 | 17.660 | 18.020 | 18.470 | 19.420 | 18.140 |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | |
| % de humedad | % | | | | | | | | | |
| % de humedad promedio | % | | | | | | | | | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | | | | | | | | | |

| Expansión | | | | | | | |
|------------|-------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Tiempo Dia | Tiempo Hora | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) |
| 0 | 0 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| 1 | 24 | 32.00 | | 22.00 | | 7.00 | |
| 2 | 48 | 32.00 | | 22.00 | | 7.00 | |
| 3 | 72 | 33.00 | | 23.00 | | 11.00 | |
| 4 | 96 | 33.00 | | 23.00 | | 11.00 | |

| Penetración | | | | | | | | |
|-------------|-----------|---------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg2) | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) |
| 0.0000 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| 0.0250 | 0.63 | | 4 | | 5 | | 6 | |

| | | | | | |
|---------------|-------------|-------------|-----------|-----------|------------|
| 0.0500 | 1.27 | | 10 | 19 | 25 |
| 0.0750 | 1.9 | | 18 | 30 | 39 |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 25 | 56 | 63 |
| 0.1250 | 3.17 | | 30 | 61 | 102 |
| 0.1500 | 3.81 | | 36 | 72 | 146 |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 41 | 92 | 198 |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 64 | 134 | 275 |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 80 | 169 | 334 |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 96 | 205 | 380 |

Tabla 99. Toma de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 6% cemento.

| | | | | |
|---|--|--------------------------------|---------|----------------------------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023. | | | |
| Ensayo: | Ensayo (CBR) | | | |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo | | | |
| Fecha: | 15/10/2023 | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | |
| DATOS PRELIMINARES | | | | |
| Datos del Proctor Modificado | | Energía de Compactación | | Disco |
| Densidad seca máxima (gr/cm3) | 2.317 | Masa de la Pesa | 4.57 kg | N.º Capas |
| Contenido de humedad óptimo | 6.80 | Altura de Caída | 45.82cm | Espaciador |
| Nº de Capas | 5 | | | 4.9 cm |
| Datos del Equipo de Penetración | | | | |
| Constante del anillo de Carga | $F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN) | | | Diámetro del pistón |

A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09

49.63 mm

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------|-------------|--------|--------|-------------|--------|--------|-------------|--------|--------|
| N° de Golpes por Capa | N° | 12 | | | 25 | | | 56 | | |
| Altura del molde | cm | 17.80 | | | 17.80 | | | 17.80 | | |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | | | 15.24 | | | 15.24 | | |
| Volumen de molde | cm ³ | | | | | | | | | |
| Peso de molde | gr | 5963.30 | | | 7098.70 | | | 6228.90 | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | No Saturado | | | No Saturado | | | No Saturado | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11225.80 | | | 12572.50 | | | 11915.30 | | |
| Peso de suelo húmedo | gr | | | | | | | | | |
| Densidad húmeda | gr/cm ³ | | | | | | | | | |
| Tara N° | N° | C-07 | C-08 | C-09 | C-04 | C-05 | C-06 | C-01 | C-02 | C-03 |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 72.255 | 72.327 | 68.640 | 77.954 | 82.238 | 75.596 | 66.905 | 78.095 | 63.162 |
| Tara + Suelo seco | gr | 69.587 | 68.646 | 65.901 | 74.187 | 78.315 | 72.248 | 63.982 | 74.889 | 60.862 |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | |
| Peso de tara | gr | 18.280 | 18.300 | 18.830 | 18.200 | 17.660 | 18.020 | 18.470 | 19.420 | 18.470 |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | |
| % de humedad | % | | | | | | | | | |
| % de humedad promedio | % | | | | | | | | | |
| Densidad Seca | gr/cm ³ | | | | | | | | | |

| | | Expansión | | | | | |
|------------|-------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Tiempo Dia | Tiempo Hora | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) |
| 0 | 0 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| 1 | 24 | 19.00 | | 42.00 | | 17.00 | |
| 2 | 48 | 20.00 | | 42.00 | | 22.00 | |
| 3 | 72 | 21.00 | | 42.00 | | 25.00 | |
| 4 | 96 | 21.50 | | 42.00 | | 26.00 | |

| Penetración | | | | | | | | |
|---------------|-------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg2) | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) |
| 0.0000 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| 0.0250 | 0.63 | | 5.5 | | 6 | | 7 | |
| 0.0500 | 1.27 | | 10 | | 12 | | 22 | |
| 0.0750 | 1.9 | | 16 | | 20 | | 45 | |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 22 | | 35 | | 79 | |
| 0.1250 | 3.17 | | 28 | | 42 | | 108 | |
| 0.1500 | 3.81 | | 32 | | 49 | | 134 | |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 42 | | 60 | | 173 | |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 58 | | 83 | | 229 | |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 71 | | 95 | | 274 | |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 77 | | 110 | | 322 | |

Tabla 100. Toma de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 1% Sika



Universidad
Continental

**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.


| | |
|---------------------------|--|
| Ensayo: | Ensayo (CBR) |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo |
| Fecha: | 20/10/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |
| DATOS PRELIMINARES | |

| Datos del Proctor Modificado | | Energía de Compactación | | | Disco | | | | | |
|------------------------------------|---|-------------------------|----------|-------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Densidad seca máxima (gr/cm3) | 2.224 | Espaciador | 4.57 kg | N.º Capas | Espaciador | | | | | |
| Contenido de humedad óptimo | 8.4 | 4.9 cm | 45.82cm | 5 | 4.9 cm | | | | | |
| Nº de Capas | 5 | | | | | | | | | |
| Datos del Equipo de Penetración | | | | | | | | | | |
| Constante del anillo de Carga (KN) | $F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ | | | | Diámetro del pistón | | | | | |
| | A = - 0.32433 A1 = 0.05875 A2 = -5.69324*E-06 A3 = - 2.26861*E-09 | | | | 49.63 mm | | | | | |
| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | |
| Nº de Golpes por Capa | Nº | 12 | 25 | 56 | | | | | | |
| Altura del molde | cm | 17.80 | 17.80 | 17.80 | | | | | | |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | 15.24 | 15.24 | | | | | | |
| Volumen de molde | cm3 | | | | | | | | | |
| Peso de molde | gr | 5963.30 | 7098.70 | 6228.90 | | | | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | No Saturado | | No Saturado | | | | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11385.00 | 12749.30 | 12181.70 | | | | | | |
| Peso de suelo húmedo | gr | | | | | | | | | |
| Densidad húmeda | gr/cm3 | | | | | | | | | |
| Tara Nº | Nº | B-07 | B-12 | B-11 | B-06 | B-01 | B-02 | B-03 | B-05 | B-10 |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 67.880 | 65.399 | 56.339 | 82.472 | 75.935 | 73.832 | 75.115 | 83.082 | 79.752 |
| Tara + Suelo seco | gr | 63.353 | 61.294 | 52.285 | 75.760 | 70.178 | 68.514 | 69.062 | 76.771 | 74.065 |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | |
| Peso de tara | gr | 15.810 | 15.830 | 14.530 | 15.400 | 12.070 | 15.690 | 11.720 | 15.720 | 15.510 |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | |
| % de humedad | % | | | | | | | | | |
| % de humedad promedio | % | | | | | | | | | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | | | | | | | | | |

| Expansión | | | | | | | |
|------------|-------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Tiempo Dia | Tiempo Hora | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) |
| 0 | 0 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| 1 | 24 | 3.00 | | 6.00 | | 7.00 | |
| 2 | 48 | 5.00 | | 9.00 | | 11.00 | |
| 3 | 72 | 5.00 | | 9.00 | | 11.00 | |
| 4 | 96 | 5.00 | | 9.00 | | 11.00 | |

| Penetración | | | | | | | | |
|---------------|-------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg2) | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) |
| 0.0000 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| 0.0250 | 0.63 | | 4 | | 7 | | 11 | |
| 0.0500 | 1.27 | | 8 | | 12 | | 23 | |
| 0.0750 | 1.9 | | 12 | | 20 | | 37 | |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 17 | | 29 | | 51 | |
| 0.1250 | 3.17 | | 22 | | 40 | | 62 | |
| 0.1500 | 3.81 | | 27 | | 49 | | 78 | |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 38 | | 68 | | 104 | |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 65 | | 101 | | 145 | |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 89 | | 125 | | 175 | |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 114 | | 149 | | 204 | |

Tabla 101. Toma de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 2% Sika

|  Universidad Continental | | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|--|--|--|---------|-----------|---------------------|
| TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | | | |
| Ensayo: | Ensayo (CBR) | | | | |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo | | | | |
| Fecha: | 25/10/2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| DATOS PRELIMINARES | | | | | |
| Datos del Proctor Modificado | | Energía de Compactación | | | Disco |
| Densidad seca máxima (gr/cm3) | 2.2805 | Masa de la Pesa | 4.57 kg | N.º Capas | Espaciador |
| Contenido de humedad óptimo | 6.2 | Altura de Caída | 45.82cm | 5 | 4.9 cm |
| Nº de Capas | 5 | | | | |
| Datos del Equipo de Penetración | | | | | |
| Constante del anillo de Carga | $F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN) | | | | Diámetro del pistón |
| | A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09 | | | | 49.63 mm |
| COMPACTACIÓN | | | | | |
| Nº de Golpes por Capa | Nº | 12 | 25 | 56 | |
| Altura del molde | cm | 17.80 | 17.80 | 17.80 | |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | 15.24 | 15.24 | |
| Volumen de molde | cm3 | | | | |
| Peso de molde | gr | 6360.00 | 6403.00 | 7114.70 | |

| CONDICION DE LA MUESTRA | | No Saturado | | | No Saturado | | | No Saturado | | |
|---------------------------|--------|-------------|--------|--------|-------------|--------|--------|-------------|--------|--------|
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11448.10 | | | 11815.5 | | | 12928.30 | | |
| Peso de suelo húmedo | gr | | | | | | | | | |
| Densidad húmeda | gr/cm3 | | | | | | | | | |
| Tara N° | N° | C-16 | C-17 | C-18 | C-13 | C-14 | C-15 | C-10 | C-11 | C-12 |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 73.040 | 78.570 | 73.196 | 65.226 | 76.694 | 78.456 | 63.459 | 63.592 | 74.094 |
| Tara + Suelo seco | gr | 69.086 | 75.263 | 70.160 | 61.551 | 73.145 | 74.786 | 61.039 | 61.132 | 71.214 |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | |
| Peso de tara | gr | 19.020 | 18.590 | 19.270 | 19.040 | 18.100 | 18.060 | 18.170 | 17.820 | 18.250 |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | |
| % de humedad | % | | | | | | | | | |
| % de humedad promedio | % | | | | | | | | | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | | | | | | | | | |

| Expansión | | | | | | | |
|------------|------------|-------------------|------------------|-------------------|---------|-------------------|---------|
| Tiempo Dia | Tiempo Dia | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura |
| 0 | 0 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| 1 | 24 | 21.00 | | 29.00 | | 34.00 | |
| 2 | 48 | 22.50 | | 30.00 | | 35.00 | |
| 3 | 72 | 23.00 | | 31.00 | | 36.00 | |
| 4 | 96 | 24.00 | | 32.00 | | 37.00 | |

| Penetración | | | | | | | | |
|---------------|-------------|------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg2) | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) |
| 0.0000 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| 0.0250 | 0.63 | | 1.5 | | 3 | | 5 | |
| 0.0500 | 1.27 | | 4 | | 7 | | 10 | |
| 0.0750 | 1.9 | | 5 | | 10 | | 15 | |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 7 | | 15 | | 22 | |
| 0.1250 | 3.17 | | 9.5 | | 22 | | 35 | |
| 0.1500 | 3.81 | | 11 | | 30 | | 51 | |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 14 | | 47 | | 78 | |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 20 | | 73 | | 125 | |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 24 | | 95 | | 161 | |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 29 | | 110 | | 195 | |

Tabla 102. Toma de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 6% de cemento más 1% Sika



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.


| | |
|--------------------|-------------------------|
| Ensayo: | Ensayo (CBR) |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo |
| Fecha: | 30/10/2023 |

| | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|----------------------------|--------------------|-------------|-------------|
| Tesista: | | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | | | | | |
| DATOS PRELIMINARES | | | | | | | | | | |
| Datos del Proctor Modificado | | | Energía de Compactación | | | | | Disco | | |
| Densidad seca máxima (gr/cm3) | 2.252 | | Masa de la Pesa | 4.57 kg | N.º Capas | | Espaciador | | | |
| Contenido de humedad óptimo | 6.1 | | Altura de Caída | 45.82cm | 5 | | 4.9 cm | | | |
| Nº de Capas | 5 | | | | | | | | | |
| Datos del Equipo de Penetración | | | | | | | | | | |
| Constante del anillo de Carga | $F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN) A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09 | | | | | | Diámetro del pistón | | | |
| | | | 49.63 mm | | | | | | | |
| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | |
| Nº de Golpes por Capa | Nº | 12 | | | 25 | | | 56 | | |
| Altura del molde | cm | 17.80 | | | 17.80 | | | 17.80 | | |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | | | 15.24 | | | 15.24 | | |
| Volumen de molde | cm3 | | | | | | | | | |
| Peso de molde | gr | 6228.90 | | | 7098.70 | | | 5963.30 | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | No Saturado | | | No Saturado | | | No Saturado | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11246.00 | | | 12324.40 | | | 11424.60 | | |
| Peso de suelo húmedo | gr | | | | | | | | | |
| Densidad húmeda | gr/cm3 | | | | | | | | | |
| Tara Nº | Nº | C-07 | C-08 | C-09 | C-04 | C-05 | C-06 | C-01 | C-02 | C-03 |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 60.487 | 71.323 | 72.399 | 75.872 | 73.256 | 74.168 | 63.904 | 64.587 | 83.140 |
| Tara + Suelo seco | gr | 58.237 | 68.576 | 69.426 | 72.681 | 70.032 | 70.624 | 61.196 | 62.009 | 79.376 |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | |
| Peso de tara | gr | 18.280 | 18.300 | 18.830 | 18.200 | 17.660 | 18.020 | 18.470 | 19.420 | 18.140 |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | |
| % de humedad | % | | | | | | | | | |
| % de humedad promedio | % | | | | | | | | | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | | | | | | | | | |

| Expansión | | | | | | | |
|------------|------------|-------------------|------------------|-------------------|---------|-------------------|---------|
| Tiempo Día | Tiempo Día | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura |
| 0 | 0 | 0 | | 0 | | 0 | |
| 1 | 24 | 26 | | 17 | | 55 | |
| 2 | 48 | 27 | | 17 | | 57 | |
| 3 | 72 | 27 | | 18 | | 57 | |
| 4 | 96 | 28 | | 19 | | 58 | |

| Penetración | | | | | | | | |
|---------------|-------------|---------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg2) | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) |
| 0.0000 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| 0.0250 | 0.63 | | 1.5 | | 2 | | 1.5 | |
| 0.0500 | 1.27 | | 3 | | 5 | | 6 | |
| 0.0750 | 1.9 | | 5 | | 8 | | 11 | |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 7 | | 12 | | 16 | |
| 0.1250 | 3.17 | | 10.5 | | 22 | | 26 | |
| 0.1500 | 3.81 | | 11.5 | | 31 | | 39 | |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 15 | | 45 | | 67 | |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 23 | | 73 | | 119 | |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 31 | | 102 | | 156 | |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 40 | | 126 | | 194 | |

Tabla 103. Toma de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 5% de cemento más 2% Sika

| | | | | | |
|--|---|--|--------------------|----------------------------|--|
|  Universidad Continental | | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| | | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023. | | | |
| Ensayo: | Ensayo (CBR) | | | | |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo | | | | |
| Fecha: | 04/11/2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| DATOS PRELIMINARES | | | | | |
| Datos del Proctor Modificado | | Energía de Compactación | | Disco | |
| Densidad seca máxima (gr/cm3) | 2.181 | Masa de la Pesa | 4.57 kg | N.º Capas | |
| Contenido de humedad óptimo | 8.6 | Altura de Caída | 45.82cm | 5 | |
| Nº de Capas | 5 | | | Espaciador | |
| | | | | 4.9 cm | |
| Datos del Equipo de Penetración | | | | | |
| Constante del anillo de Carga (KN) | $F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09 | | | Diámetro del pistón | |
| | | | | 49.63 mm | |
| COMPACTACIÓN | | | | | |
| Nº de Golpes por Capa | # | 12 | 25 | 56 | |
| Altura del molde | cm | 17.80 | 17.80 | 17.80 | |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | 15.24 | 15.24 | |
| Volumen de molde | cm3 | | | | |
| Peso de molde | gr | 6360.00 | 6403.00 | 7114.70 | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | No Saturado | No Saturado | No Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11214.50 | 11474.80 | 12520.10 | |

| | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| Peso de suelo húmedo | gr | | | | | | | | | |
| Densidad húmeda | gr/cm3 | | | | | | | | | |
| Tara N° | N° | C-07 | C-08 | C-09 | C-04 | C-05 | C-06 | C-01 | C-02 | C-03 |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 71.384 | 72.482 | 71.295 | 76.626 | 68.380 | 75.419 | 75.455 | 80.820 | 85.480 |
| Tara + Suelo seco | gr | 67.326 | 68.110 | 66.678 | 71.770 | 64.185 | 71.445 | 71.915 | 75.910 | 79.646 |
| Peso de agua | gr | | | | | | | | | |
| Peso de tara | gr | 18.280 | 18.300 | 18.830 | 18.200 | 17.660 | 18.020 | 18.470 | 19.420 | 18.140 |
| Peso de suelo seco | gr | | | | | | | | | |
| % de humedad | % | | | | | | | | | |
| % de humedad promedio | % | 8.900 | | | | 8.507 | | | 8.267 | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | 1.894 | | | | 1.986 | | | 2.122 | |

| | | Expansión | | | | | |
|-------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Tiempo Dia | Tiempo Hora | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) |
| 0 | 0 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | |
| 1 | 24 | 25.00 | | 31.00 | | 34.00 | |
| 2 | 48 | 26.50 | | 32.00 | | 36.00 | |
| 3 | 72 | 29.50 | | 33.00 | | 40.00 | |
| 4 | 96 | 30.00 | | 34.00 | | 41.00 | |

| Penetración | | | | | | | | |
|---------------|-------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg2) | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) |
| 0.0000 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| 0.0250 | 0.63 | | 6 | | 5.5 | | 8 | |
| 0.0500 | 1.27 | | 10 | | 17 | | 21 | |
| 0.0750 | 1.9 | | 14 | | 27 | | 39 | |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 18 | | 41 | | 57 | |
| 0.1250 | 3.17 | | 22 | | 55 | | 74 | |
| 0.1500 | 3.81 | | 25 | | 71 | | 89 | |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 32 | | 101 | | 115 | |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 40 | | 146 | | 175 | |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 50 | | 167 | | 217 | |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 57 | | 189 | | 261 | |

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS EN EL LABORATORIO.

4.1.1. Resultado de prueba de laboratorio para determinar el tipo de suelo

4.1.1.1. Procesamiento de datos de límites de consistencia de las siete calicatas

Tabla 104. *Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N°01*

|  | | UNIVERSIDAD CONTINENTAL | | | |
|--|---|--|----------------|----------------|----------------|
| Universidad Continental | | FACULTAD DE INGENIERÍA | | | |
| | | ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023. | | | | | |
| Ensayo: | Límite líquido | | | | |
| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 07-05-2023 | | | | |
| Tesistas: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | |
| Descripción | | M-1 | M-2 | M-3 | M-4 |
| Código de cápsula | Cod | C-06 | C-03 | C-02 | C-01 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 30.229 | 32.399 | 32.670 | 33.422 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 27.838 | 29.587 | 29.988 | 30.388 |
| Peso del agua | gr | 2.391 | 2.812 | 2.682 | 3.034 |
| Peso de cápsula | gr | 18.02 | 18.14 | 19.42 | 18.47 |
| Peso del suelo seco | gr | 9.818 | 11.447 | 10.568 | 11.918 |
| Número de golpes | n* | 35 | 32 | 28 | 25 |
| Contenido de Humedad | % | 24.35 % | 24.57 % | 25.38 % | 25.46 % |

Figura 26. Grafica de límite líquido – Calicata N°01

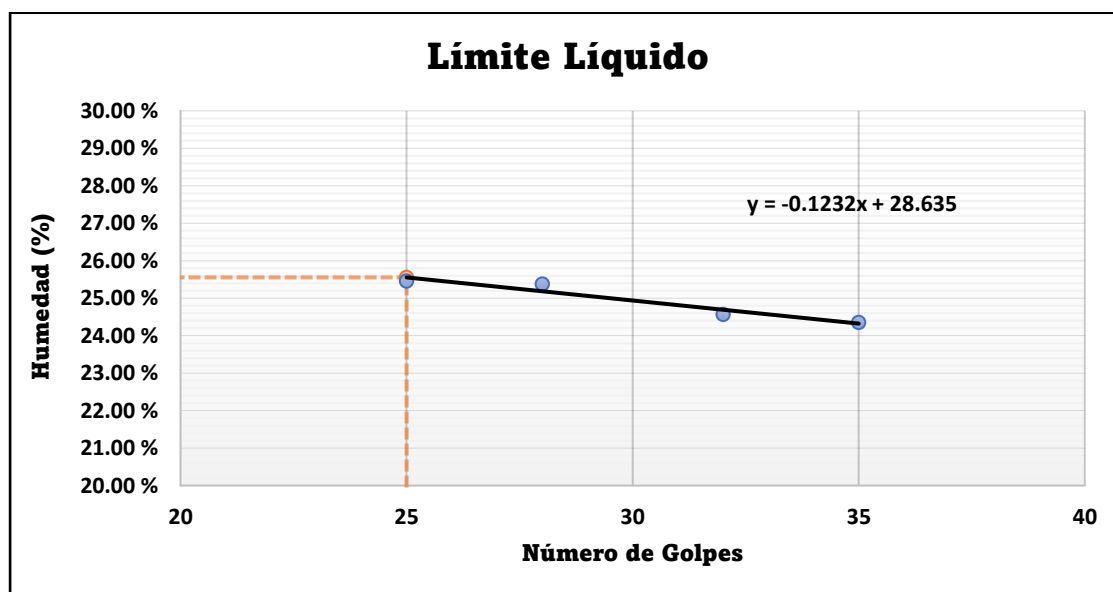


Tabla 105. Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata 01



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

| | |
|--------------------|--|
| Ensayo: | Límite Plástico |
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) |
| Fecha: | 08/05/2023 |
| Tesistas: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
|--------------------------------|------|---------|---------|---------|---------|
| Descripción | | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| Código de cápsula | Cod. | 1 | 10 | 4 | 3 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 3.183 | 2.971 | 3.134 | 3.043 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 2.932 | 2.785 | 2.942 | 2.836 |
| Peso del agua | gr | 0.251 | 0.186 | 0.192 | 0.207 |
| Peso de cápsula | gr | 1.71 | 1.63 | 1.72 | 1.66 |
| Peso del suelo seco | gr | 1.222 | 1.155 | 1.222 | 1.176 |
| Contenido de Humedad | % | 20.54 % | 16.10 % | 15.71 % | 17.60 % |

Figura 27. Grafica de límite plástico – Calicata N° 01

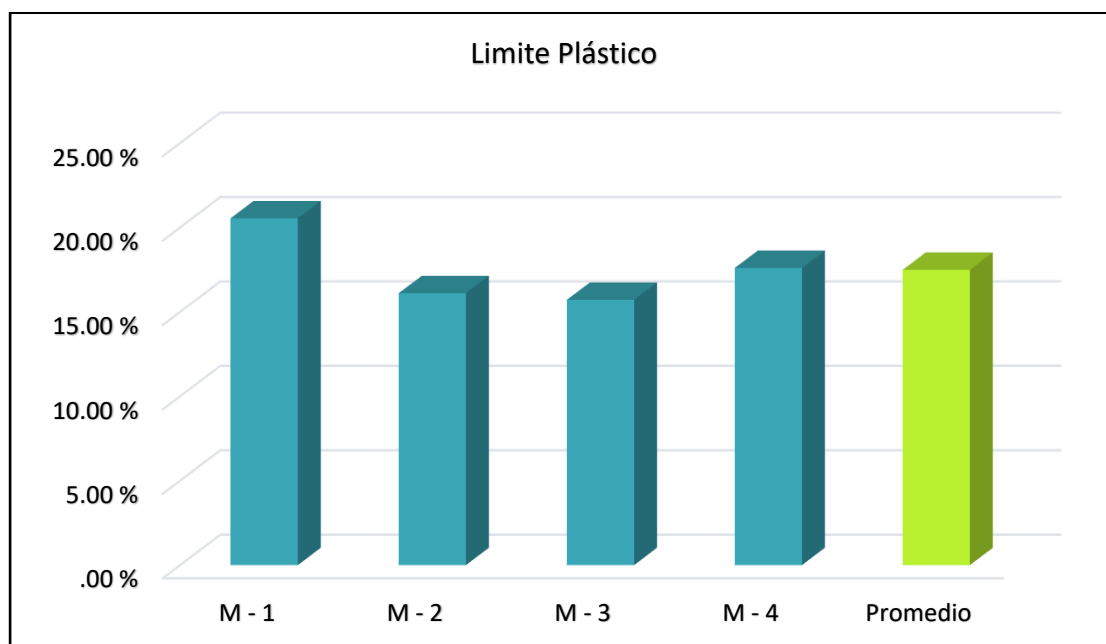



Tabla 106. Resultado de Índice plástico – Calicata N°01

| ÍNDICE PLÁSTICO | | |
|---------------------------|---|---------|
| Descripción | | |
| Contenido de Humedad (LL) | % | 25.55 % |
| Contenido de Humedad (LP) | % | 17.49 % |
| Índice plástico | % | 08.07 % |

Tabla 107. Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N° 02

| | | | | | |
|---|--|--------|--------|--------|--------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | | |
| Ensayo: | Límite líquido | | | | |
| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 08-05-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | |
| Descripción | | M- 1 | M- 2 | M- 3 | M- 4 |
| Código de cápsula | Cod. | C-18 | C-16 | C-17 | C-11 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 32.821 | 27.795 | 32.133 | 33.064 |

| | | | | | |
|------------------------------|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 29.745 | 25.806 | 28.856 | 29.3 |
| Peso del agua | gr | 3.076 | 1.989 | 3.277 | 3.764 |
| Peso de cápsula | gr | 19.27 | 19.02 | 18.59 | 17.82 |
| Peso del suelo seco | gr | 10.475 | 6.786 | 10.266 | 11.480 |
| Número de golpes | n* | 40 | 38 | 20 | 17 |
| Contenido de Humedad | % | 29.37 % | 29.31 % | 31.92 % | 32.79 % |

Figura 28. Grafica de límite líquido – Calicata N° 02

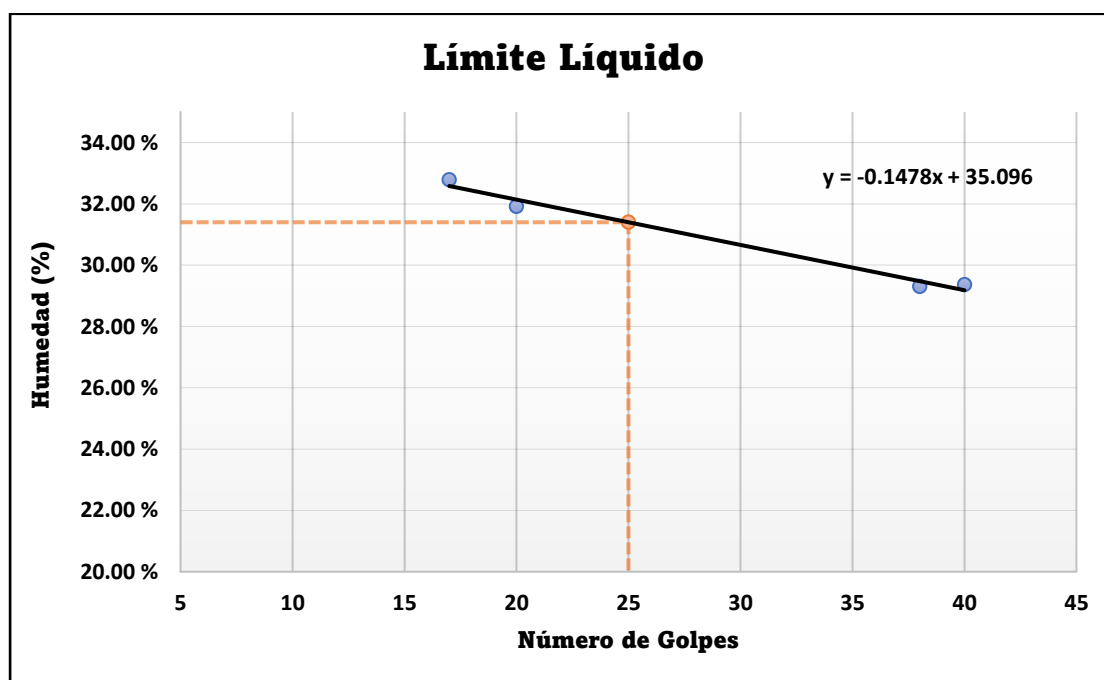



Tabla 108. Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata N° 02

| | | | | |
|--|--|-------|-------|-------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | |
| Ensayo: | Límite Plástico | | | |
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | |
| Fecha: | 08/05/2023 | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | |
| Descripción | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| Código de cápsula | Cod. D-11 | D-5 | D-8 | D-12 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr 4.223 | 3.980 | 3.703 | 3.041 |

| | | | | | |
|------------------------------|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 3.917 | 3.715 | 3.465 | 2.813 |
| Peso del agua | gr | 0.306 | 0.265 | 0.238 | 0.228 |
| Peso de cápsula | gr | 2.44 | 2.43 | 2.47 | 1.70 |
| Peso del suelo seco | gr | 1.477 | 1.285 | 0.995 | 1.113 |
| Contenido de Humedad | % | 20.72 % | 20.62 % | 23.92 % | 20.49 % |

Figura 29. Grafica de límite plástico – Calicata N° 02

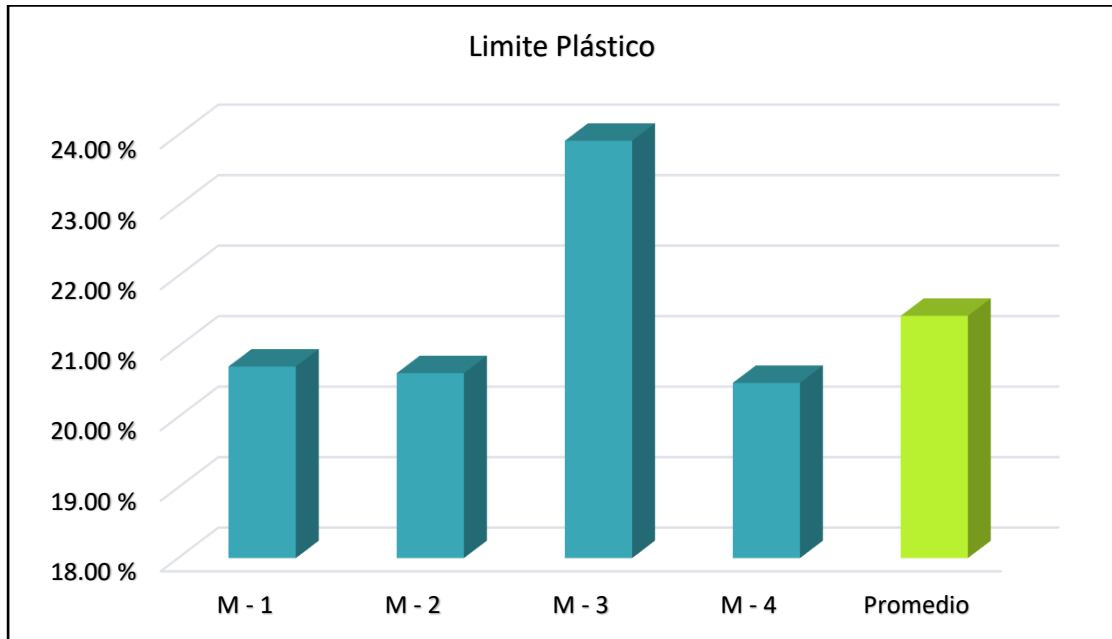


Tabla 109. Resultado de Índice plástico – Calicata N°02

| ÍNDICE PLÁSTICO | |
|---------------------------|-----------|
| Descripción | |
| Contenido de Humedad (LL) | % 31.40 % |
| Contenido de Humedad (LP) | % 21.44 % |
| Índice plástico | % 09.96 % |

Tabla 110. Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N°03



Universidad
Continental

UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo: Límite líquido

| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
|--------------------------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Fecha: | 08-05-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | |
| Descripción | | M- 1 | M- 2 | M- 3 | M- 4 |
| Codigo de Capsula | Cod. | C-09 | C-14 | C-13 | C-07 |
| Peso de capsula + Suelo humedo | gr | 30.931 | 35.892 | 31.618 | 31.871 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 28.327 | 32.157 | 29.023 | 29.118 |
| Peso del agua | gr | 2.604 | 3.735 | 2.595 | 2.753 |
| Peso de cápsula | gr | 18.83 | 18.10 | 19.04 | 18.23 |
| Peso del suelo seco | gr | 9.497 | 14.057 | 9.983 | 10.888 |
| Número de golpes | n* | 16 | 24 | 30 | 37 |
| Contenido de Humedad | % | 27.42 % | 26.57 % | 25.99 % | 25.28 % |

Figura 30. Grafica de límite líquido – calicata N° 03

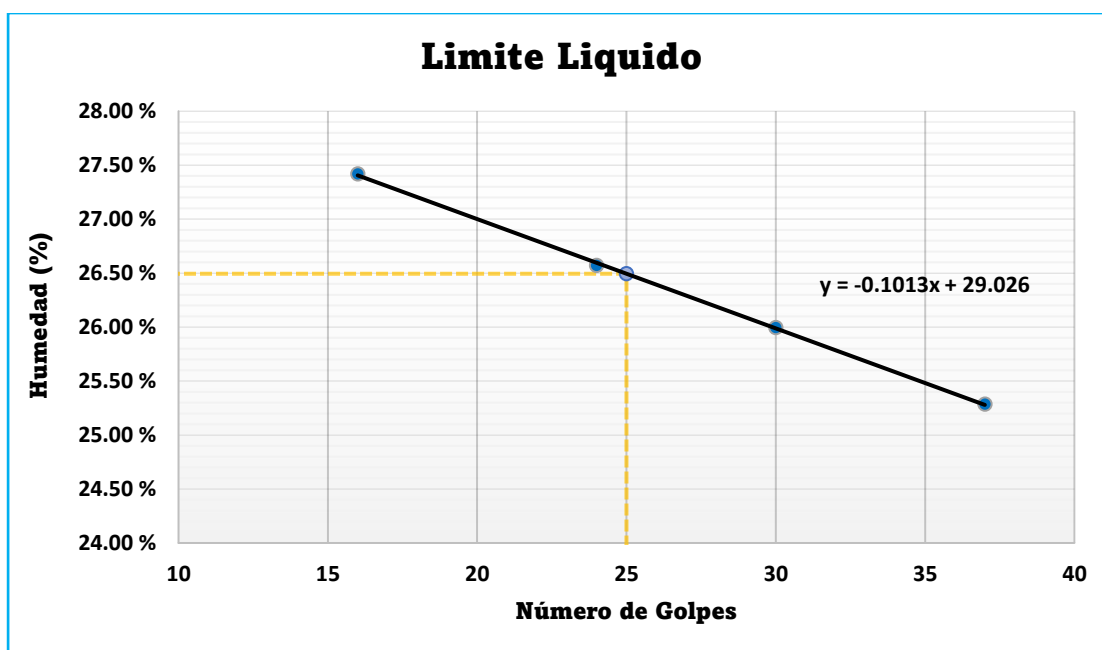



Tabla 111. Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata N° 03

| | |
|--|---|
|  <p>Universidad Continental</p> | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO - 2023. |

| | | | | | |
|--------------------------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Ensayo: | Límite Plástico | | | | |
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 08/05/2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
| Descripción | | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| Código de cápsula | Cod. | 9 | 5 | 12 | 8 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 3.396 | 3.426 | 3.098 | 3.335 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 3.1 | 3.173 | 2.876 | 3.086 |
| Peso del agua | gr | 0.296 | 0.253 | 0.222 | 0.249 |
| Peso de cápsula | gr | 1.66 | 1.72 | 1.79 | 1.76 |
| Peso del suelo seco | gr | 1.440 | 1.453 | 1.086 | 1.326 |
| Contenido de Humedad | % | 20.56 % | 17.41 % | 20.44 % | 18.78 % |

Figura 31. Grafica de límite plástico – Calicata N° 03

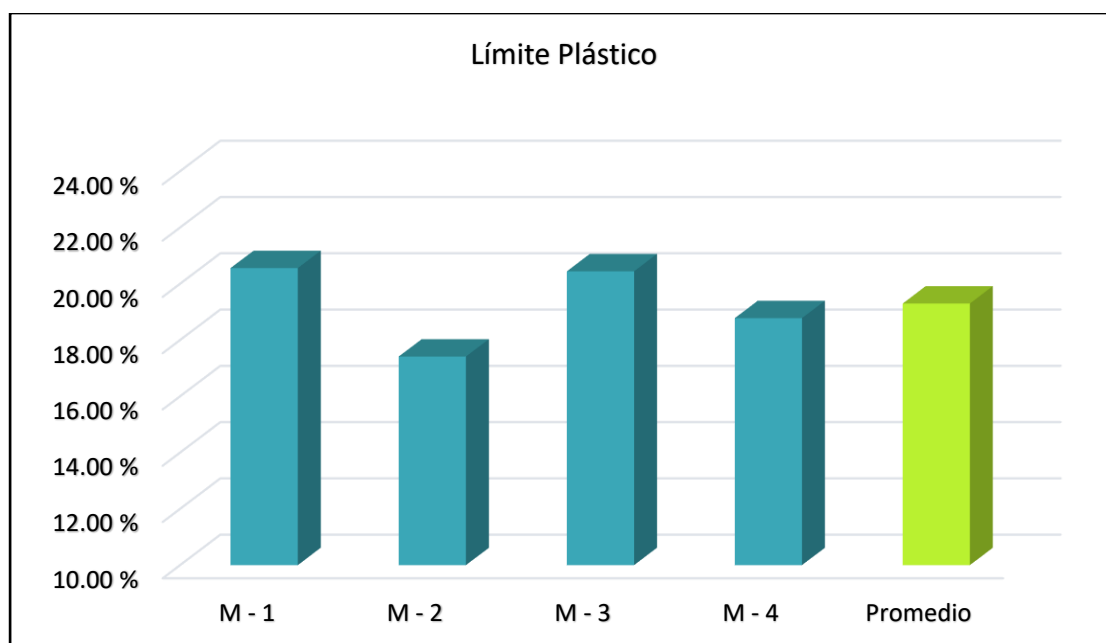


Tabla 112. Resultado de Índice plástico – Calicata N°03

| ÍNDICE PLÁSTICO | | |
|---------------------------|----------|----------------|
| Descripción | | |
| Contenido de Humedad (LL) | % | 26.49 % |
| Contenido de Humedad (LP) | % | 19.30 % |
| Índice plástico | % | 07.20 % |

Tabla 113. Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N° 04

| | | | | | |
|---|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023. | | | | |
| Ensayo: | Límite líquido | | | | |
| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 08-05-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | |
| | Descripción | M- 1 | M- 2 | M- 3 | M- 4 |
| Código de cápsula | Cod. | B-02 | B-03 | B-04 | B-05 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 33.927 | 28.024 | 24.412 | 30.835 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 30.478 | 24.846 | 21.87 | 27.614 |
| Peso del agua | gr | 3.449 | 3.178 | 2.542 | 3.221 |
| Peso de cápsula | gr | 15.69 | 11.72 | 12.04 | 15.12 |
| Peso del suelo seco | gr | 14.788 | 13.126 | 9.830 | 12.494 |
| Número de golpes | n* | 30 | 25 | 17 | 15 |
| Contenido de Humedad | % | 23.32 % | 24.21 % | 25.86 % | 25.78 % |

Figura 32. Grafica de límite líquido – Calicata N° 04

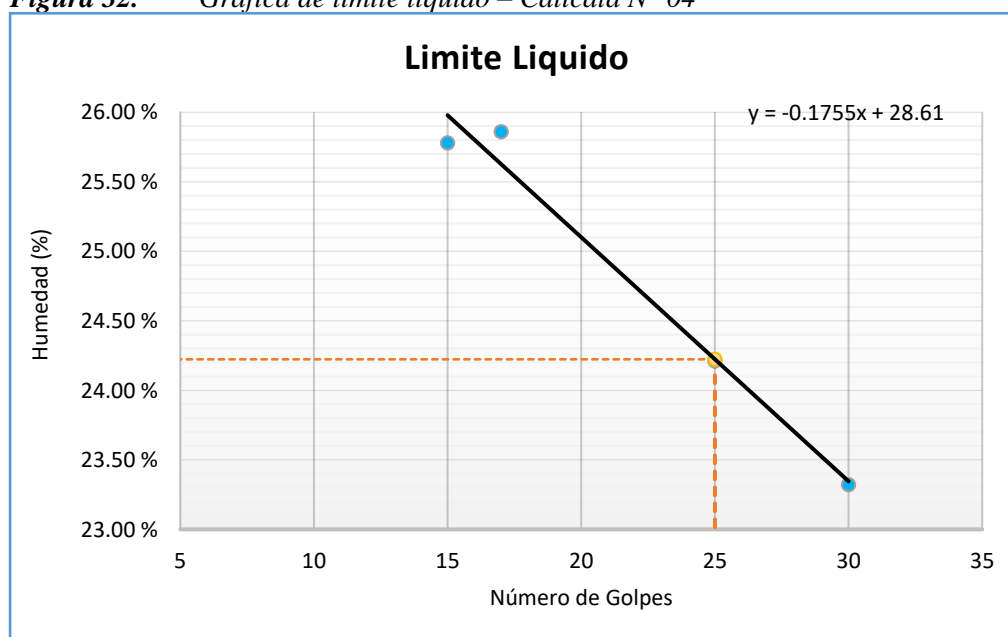


Tabla 114. Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata 04

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP
MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA
CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -
2023.**

| Ensayo: | Límite Plástico | | | | |
|--------------------------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 08/05/2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
| Descripción | | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| Código de cápsula | Cod. | A-03 | A-04 | A-05 | A-08 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 9.357 | 9.281 | 9.386 | 8.74 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 9.131 | 8.995 | 9.19 | 8.515 |
| Peso del agua | gr | 0.226 | 0.286 | 0.196 | 0.225 |
| Peso de cápsula | gr | 7.88 | 7.43 | 8.02 | 7.24 |
| Peso del suelo seco | gr | 1.251 | 1.565 | 1.170 | 1.275 |
| Contenido de Humedad | % | 18.07 % | 18.27 % | 16.75 % | 17.65 % |

Figura 33. Grafica de límite plástico – Calicata N° 04

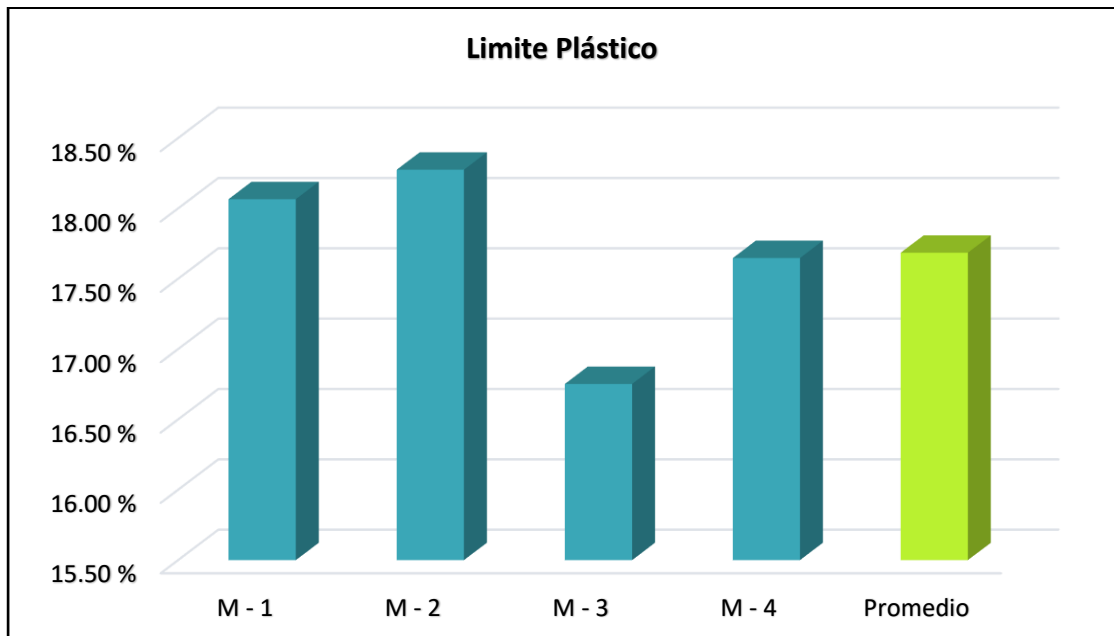


Tabla 115. Resultado de Índice plástico – Calicata N°04

| ÍNDICE PLÁSTICO | | |
|---------------------------|---|---------|
| Descripción | | |
| Contenido de Humedad (LL) | % | 24.22 % |
| Contenido de Humedad (LP) | % | 17.68 % |
| Índice plástico | % | 06.54 % |

Tabla 116. Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N° 05

| | | | | | |
|---|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | | |
| Ensayo: | Límite líquido | | | | |
| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 08-05-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | |
| Descripción | | M- 1 | M- 2 | M- 3 | M- 4 |
| Código de cápsula | Cod. | B-10 | B-11 | B-12 | B-01 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 30.078 | 30.453 | 28.732 | 22.488 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 26.898 | 27.085 | 26.12 | 20.325 |
| Peso del agua | gr | 3.180 | 3.368 | 2.612 | 2.163 |
| Peso de cápsula | gr | 15.51 | 14.53 | 15.83 | 12.07 |
| Peso del suelo seco | gr | 11.388 | 12.555 | 10.290 | 8.255 |
| Número de golpes | n* | 13 | 18 | 21 | 25 |
| Contenido de Humedad | % | 27.92 % | 26.83 % | 25.38 % | 26.20 % |

Figura 34. Grafica de límite líquido – Calicata N° 05

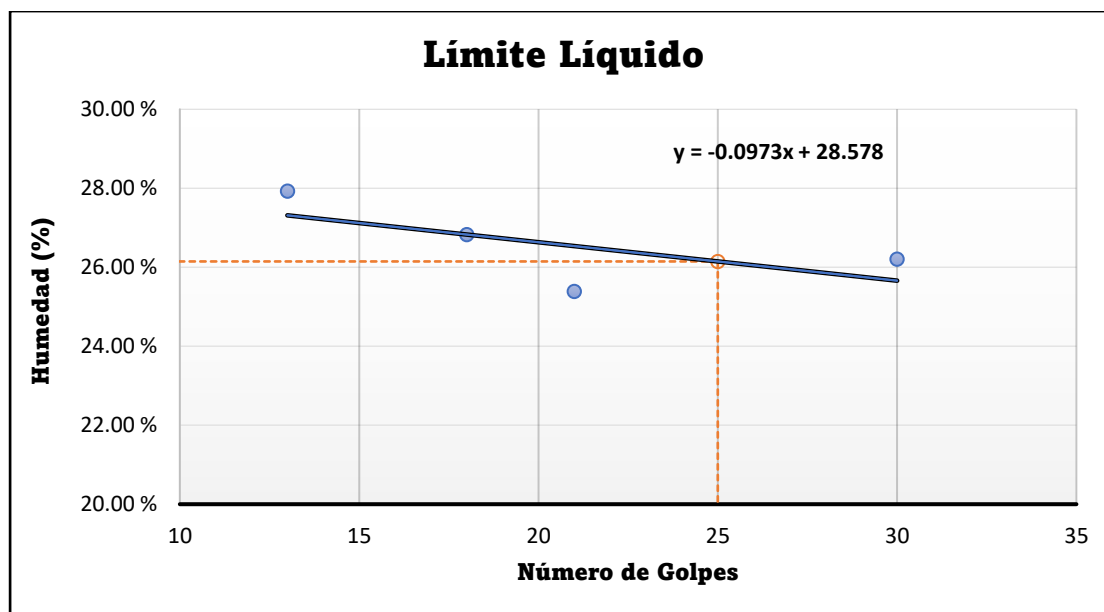


Tabla 117. Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata N° 05



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO - 2023.

| | | | | | |
|--------------------------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Ensayo: | Límite Plástico | | | | |
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 08/05/2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
| Descripción | | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| Código de cápsula | Cod. | A-09 | A-06 | A-11 | A-02 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 9.9 | 13.569 | 10.908 | 9.81 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 9.567 | 13.209 | 10.593 | 9.49 |
| Peso del agua | gr | 0.33 | 0.36 | 0.32 | 0.32 |
| Peso de cápsula | gr | 8.12 | 11.61 | 9.17 | 8.08 |
| Peso del suelo seco | gr | 1.447 | 1.599 | 1.423 | 1.410 |
| Contenido de Humedad | % | 23.01 % | 22.51 % | 22.14 % | 22.70 % |

Figura 35. Grafica de límite plástico – Calicata N° 05

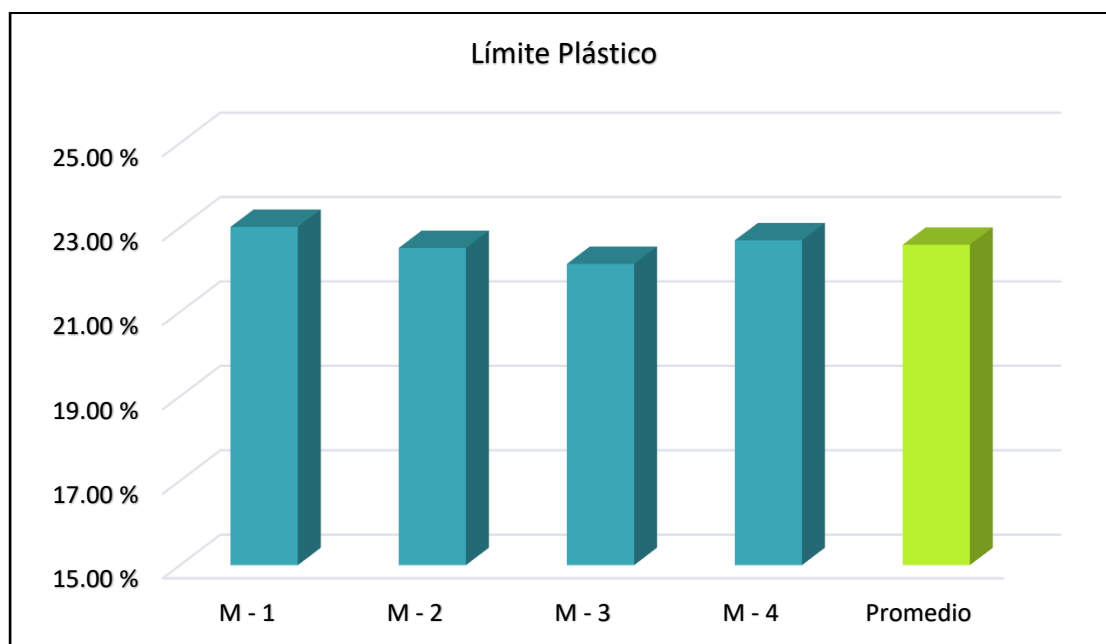



Tabla 118. Resultado de Índice plástico – Calicata N°05

| ÍNDICE PLÁSTICO | | |
|---------------------------|---|---------|
| Descripción | | |
| Contenido de Humedad (LL) | % | 26.15 % |
| Contenido de Humedad (LP) | % | 22.59 % |
| Índice plástico | % | 03.56 % |

Tabla 119. Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N° 06

| | | | | |
|--|--|------|------|------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | |
| Ensayo: | Límite líquido | | | |
| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | |
| Fecha: | 08-05-2023 | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | |
| Descripción | M- 1 | M- 2 | M- 3 | M- 4 |

| Código de cápsula | Cod. | B-06 | B-07 | B-08 | B-09 |
|--------------------------------|------|---------|---------|---------|---------|
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 27.094 | 28.514 | 26.542 | 30.577 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 24.014 | 25.13 | 22.683 | 26.547 |
| Peso del agua | gr | 3.080 | 3.384 | 3.859 | 4.030 |
| Peso de cápsula | gr | 15.40 | 15.81 | 11.66 | 15.30 |
| Peso del suelo seco | gr | 8.614 | 9.320 | 11.023 | 11.247 |
| Número de golpes | n* | 16 | 14 | 28 | 20 |
| Contenido de Humedad | % | 35.76 % | 36.31 % | 35.01 % | 35.83 % |

Figura 36. Grafica de límite líquido – Calicata N° 06

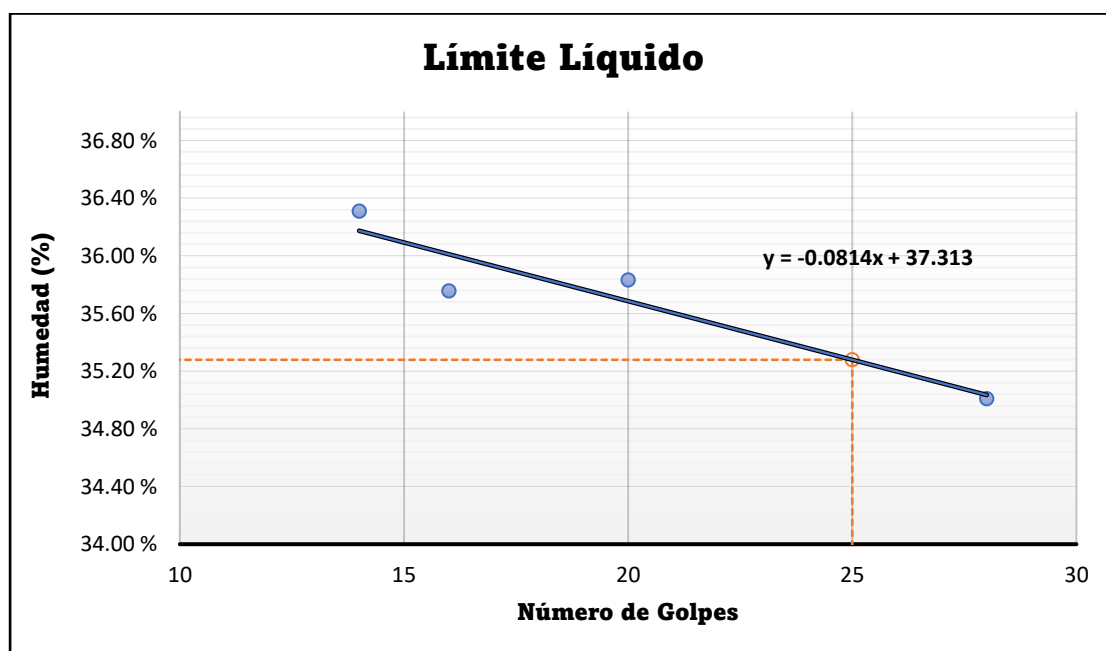


Tabla 120. Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata N° 06



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP
MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA
CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.**

| Ensayo: | Límite Plástico | | | | |
|--------------------|--|-------|-------|-------|------|
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 08/05/2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
| Descripción | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 | |
| Código de cápsula | Cod. | A-10 | A-12 | A-07 | A-01 |

| | | | | | |
|--------------------------------|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 12.884 | 8.339 | 12.309 | 9.29 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 12.69 | 8.087 | 12.087 | 9.038 |
| Peso del agua | gr | 0.194 | 0.252 | 0.222 | 0.252 |
| Peso de cápsula | gr | 11.89 | 7.20 | 11.29 | 8.05 |
| Peso del suelo seco | gr | 0.800 | 0.887 | 0.797 | 0.988 |
| Contenido de Humedad | % | 24.25 % | 28.41 % | 27.85 % | 25.51 % |

Figura 37. Grafica de límite plástico – Calicata N° 06

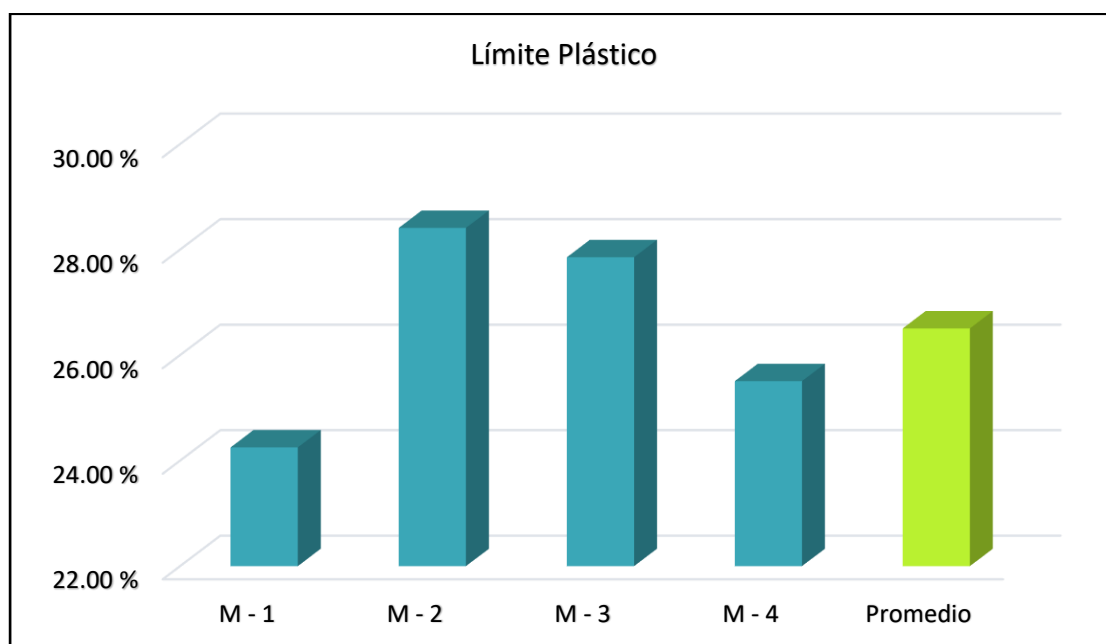


Tabla 121. Resultado de Índice plástico – Calicata N°06

| ÍNDICE PLÁSTICO | | |
|---------------------------|---|---------|
| Descripción | | |
| Contenido de Humedad (LL) | % | 35.28 % |
| Contenido de Humedad (LP) | % | 26.51 % |
| Índice plástico | % | 08.77 % |

Tabla 122. Procesamiento de datos, Límite líquido - Calicata N° 07



Universidad
Continental

UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO - 2023.

Ensayo: Límite líquido

Referencia:

| | | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | |
|--------------------------------|--|---|----------------|----------------|----------------|
| Fecha: | 08-05-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | |
| Descripción | | M- 1 | M- 2 | M- 3 | M- 4 |
| Código de cápsula | Cod. | C-08 | C-15 | C-04 | C-05 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 33.624 | 33.078 | 35.468 | 33.221 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 29.921 | 29.768 | 31.652 | 29.757 |
| Peso del agua | gr | 3.703 | 3.310 | 3.816 | 3.464 |
| Peso de cápsula | gr | 18.30 | 18.06 | 18.28 | 17.66 |
| Peso del suelo seco | gr | 11.621 | 11.708 | 13.372 | 12.097 |
| Número de golpes | n* | 18 | 32 | 36 | 46 |
| Contenido de Humedad | % | 31.86 % | 28.27 % | 28.54 % | 28.64 % |

Figura 38. Grafica de límite líquido – Calicata N° 07

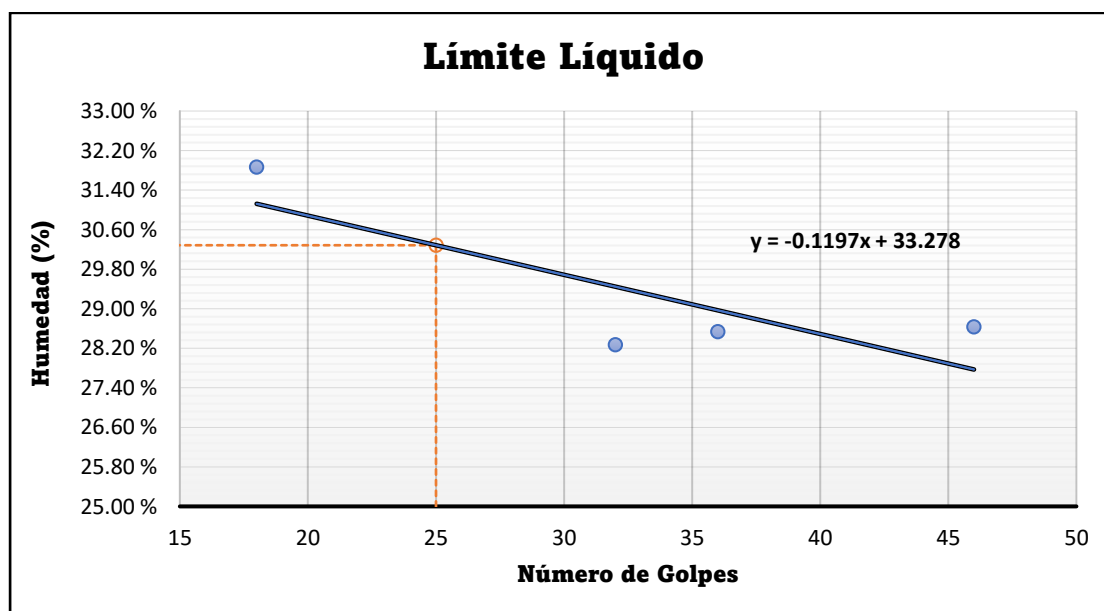


Tabla 123. Procesamiento de datos, Límite Plástico – Calicata N° 07



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP
MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA
CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.**

| | |
|--------------------|--|
| Ensayo: | Límite Plástico |
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) |
| Fecha: | 08/05/2023 |

| Tesis: | | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | |
|--------------------------------|----------|--|----------------|----------------|----------------|
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
| Descripción | | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| Código de cápsula | Cod. | 3 | 10 | 2 | 4 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 4.505 | 3.709 | 3.962 | 4.235 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 4.13 | 3.487 | 3.697 | 3.917 |
| Peso del agua | gr | 0.375 | 0.222 | 0.265 | 0.318 |
| Peso de cápsula | gr | 2.49 | 2.44 | 2.48 | 2.45 |
| Peso del suelo seco | gr | 1.640 | 1.047 | 1.217 | 1.467 |
| Contenido de Humedad | % | 22.87 % | 21.20 % | 21.77 % | 21.68 % |

Figura 39. Grafica de límite plástico – Calicata N° 07

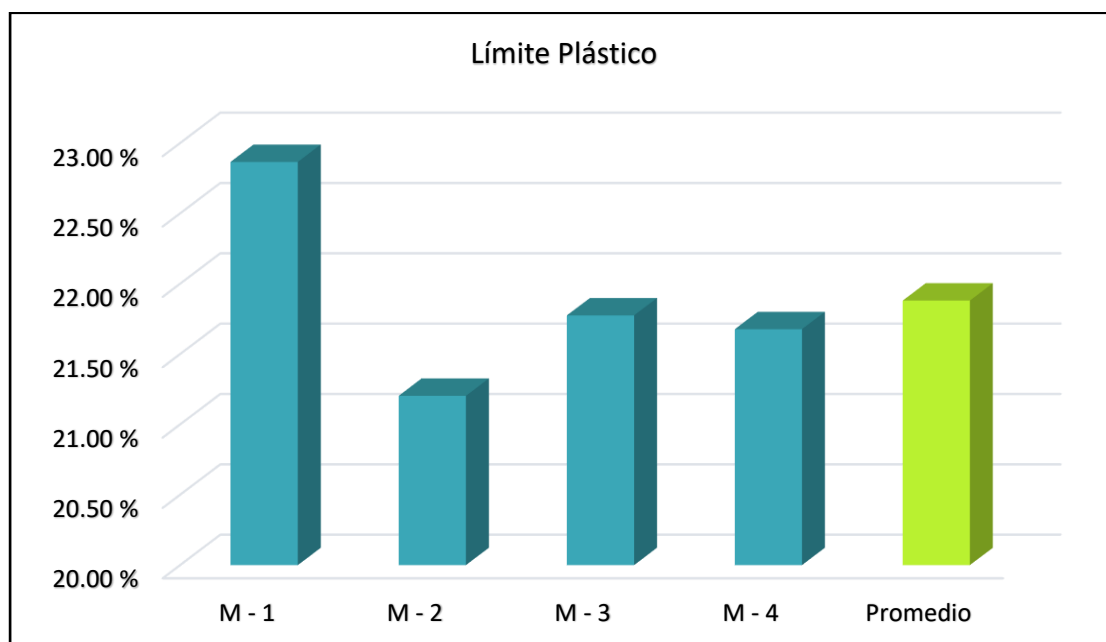


Tabla 124. Resultado de Índice plástico – Calicata N°07

| ÍNDICE PLÁSTICO | | |
|---------------------------|---|---------|
| Descripción | | |
| Contenido de Humedad (LL) | % | 30.28 % |
| Contenido de Humedad (LP) | % | 21.88 % |
| Índice plástico | % | 08.40 % |

4.1.1.2. Procesamiento de datos de análisis granulométrico de las siete calicatas

Tabla 125. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°01


|  Universidad Continental | | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
|--|---|--|------------------------------|----------------|------------------------|-------------|
| TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023. | | | | | | |
| Ensayo: | Granulometría | | | | | |
| Referencia: | MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado | | | | | |
| Fecha: | 06-05-2023 | | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | | |
| Descripción de la Muestra | | | | | | |
| Peso de Muestra | | P.S.+ Tara (gr.) | Tara (gr.) | Datos básicos | | |
| Peso Total Seco (gr) | 2639.10 | 2785.60 | 146.50 | % Grava | 69.43 % | |
| Peso Después de Lavar (gr) | 2395.80 | 2542.30 | | % Arena | 21.12 % | |
| Perdida por Lavado (gr) | 243.30 | | | % Finos | 9.45 % | |
| Tamiz | Agujero (mm) | Peso Detenido (gr) | Peso Detenido Corregido (gr) | Detenido (%) | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
| 2" | 50.800 | 437.30 | 440.41 | 16.69 | 16.69 | 83.31 |
| 1 1/2" | 36.100 | 191.10 | 192.46 | 7.29 | 23.98 | 76.02 |
| 1" | 25.400 | 363.50 | 366.08 | 13.87 | 37.85 | 62.15 |
| 3/4" | 19.000 | 188.20 | 189.54 | 7.18 | 45.03 | 54.97 |
| 1/2" | 12.700 | 307.70 | 309.89 | 11.74 | 56.78 | 43.22 |
| 3/8" | 9.520 | 142.60 | 143.61 | 5.44 | 62.22 | 37.78 |
| 1/4" | 6.300 | 189.10 | 190.44 | 7.22 | 69.43 | 30.57 |
| N° 4 | 4.750 | 168.00 | 169.19 | 6.41 | 75.84 | 24.16 |
| N° 8 | 2.360 | 165.20 | 166.37 | 6.30 | 82.15 | 17.85 |
| N° 10 | 2.000 | 32.00 | 32.23 | 1.22 | 83.37 | 16.63 |
| N° 16 | 0.840 | 71.30 | 71.81 | 2.72 | 86.09 | 13.91 |
| N° 30 | 0.600 | 63.10 | 63.55 | 2.41 | 88.50 | 11.50 |
| N° 40 | 0.425 | 20.20 | 20.34 | 0.77 | 89.27 | 10.73 |
| N° 50 | 0.260 | 14.70 | 14.80 | 0.56 | 89.83 | 10.17 |
| N° 100 | 0.150 | 18.90 | 19.03 | 0.72 | 90.55 | 9.45 |
| N° 200 | 0.075 | 5.90 | 5.94 | 0.23 | 90.78 | 9.22 |
| Fondo | | 0.10 | 0.10 | 0.00 | 90.78 | 9.22 |
| Lavado | | 243.30 | 243.30 | 9.22 | 100.00 | 0.00 |
| Total | | 2622.20 | | | | |

Figura 40. Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°01

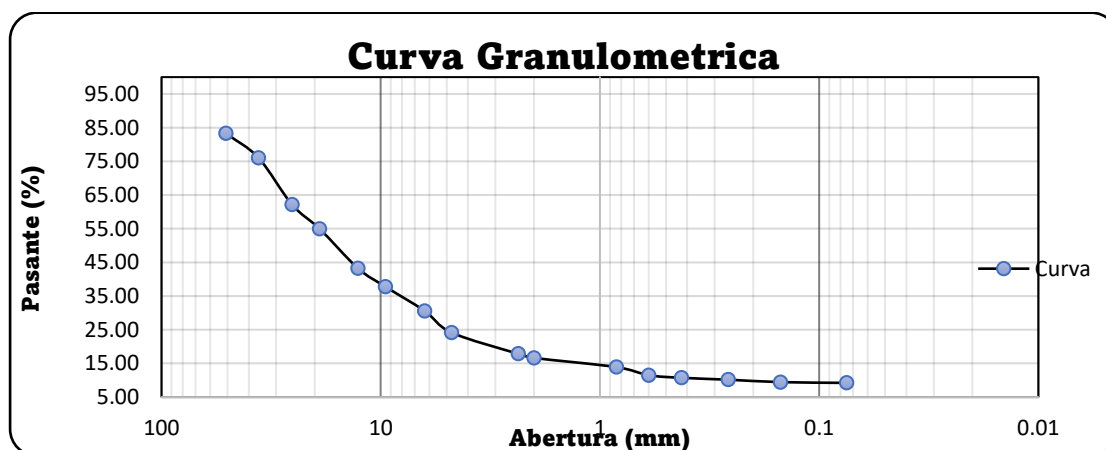


Figura 41. Grafica de gradación– Calicata N°01

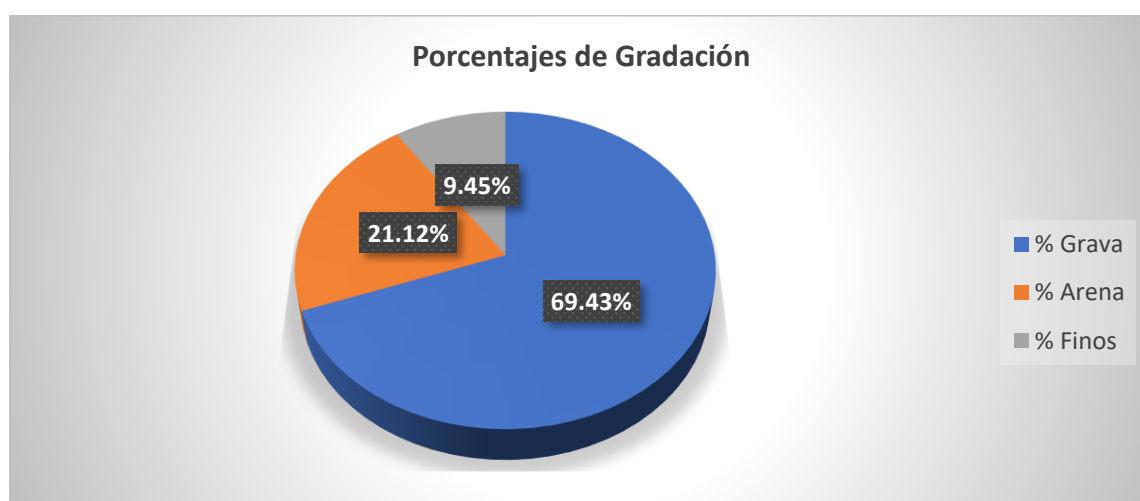


Tabla 126. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°02



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

| | |
|--------------------|---|
| Ensayo: | Granulometría |
| Referencia: | MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado |
| Fecha: | 06/05/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

| Descripción de la Muestra | | | | |
|---------------------------|------------------|-----------|---------------|-----------------|
| Peso de Muestra | P.S.+ Tara (gr.) | Tara (gr) | Datos básicos | |
| Peso Total Seco (gr) | 2536.70 | 2684.90 | 148.20 | % Grava 61.62 % |

| Peso Después de Lavar (gr) | 2126.10 | 2274.30 | % Arena | 21.24 % | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------------|------------------------------|--------------|------------------------|-------------|
| Perdida por Lavado (gr) | 410.60 | | % Finos | 17.14 % | | |
| Tamiz | Agujero (mm) | Peso Detenido (gr) | Peso Detenido Corregido (gr) | Detenido (%) | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
| 2" | 50.800 | 767.00 | 768.99 | 30.31 | 30.31 | 69.69 |
| 1 1/2" | 36.100 | 101.40 | 101.66 | 4.01 | 34.32 | 65.68 |
| 1" | 25.400 | 89.20 | 89.43 | 3.53 | 37.85 | 62.15 |
| 3/4" | 19.000 | 121.00 | 121.31 | 4.78 | 42.63 | 57.37 |
| 1/2" | 12.700 | 155.70 | 156.10 | 6.15 | 48.78 | 51.22 |
| 3/8" | 9.520 | 170.70 | 171.14 | 6.75 | 55.53 | 44.47 |
| 1/4" | 6.300 | 154.00 | 154.40 | 6.09 | 61.62 | 38.38 |
| N° 4 | 4.750 | 108.80 | 109.08 | 4.30 | 65.92 | 34.08 |
| N° 8 | 2.360 | 159.80 | 160.21 | 6.32 | 72.23 | 27.77 |
| N° 10 | 2.000 | 31.10 | 31.18 | 1.23 | 73.46 | 26.54 |
| N° 16 | 0.840 | 81.70 | 81.91 | 3.23 | 76.69 | 23.31 |
| N° 30 | 0.600 | 71.60 | 71.79 | 2.83 | 79.52 | 20.48 |
| N° 40 | 0.425 | 26.60 | 26.67 | 1.05 | 80.57 | 19.43 |
| N° 50 | 0.260 | 22.30 | 22.36 | 0.88 | 81.45 | 18.55 |
| N° 100 | 0.150 | 35.50 | 35.59 | 1.40 | 82.86 | 17.14 |
| N° 200 | 0.075 | 21.2 | 21.25 | 0.84 | 83.70 | 16.30 |
| Fondo Lavado | | 3.00 | 3.00 | 0.12 | 83.81 | 16.19 |
| Total | | 410.60 | 410.60 | 16.19 | 100.00 | 0.00 |
| | | 2531.20 | | | | |

Figura 42. Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°02

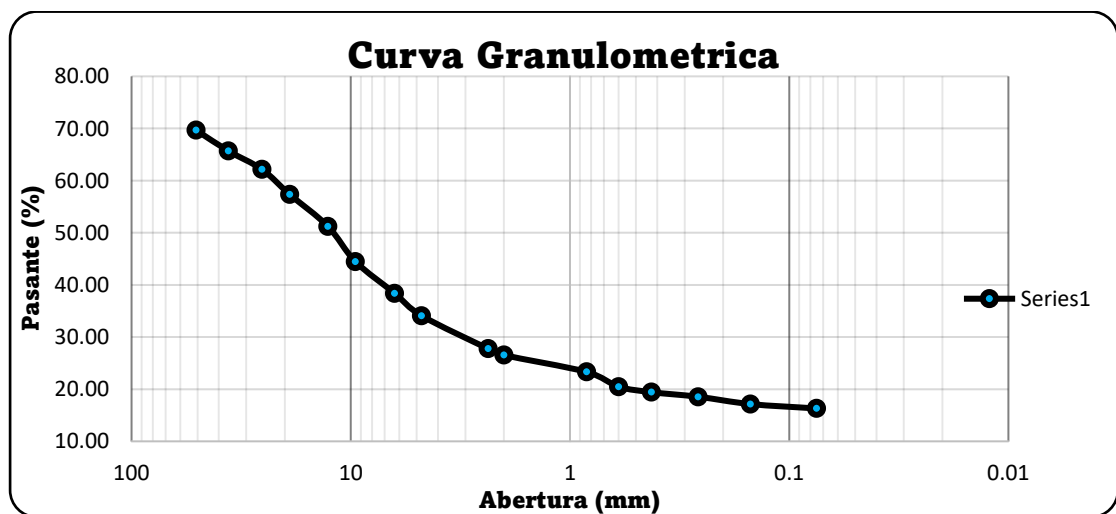


Figura 43. Grafica de gradación– Calicata N°02

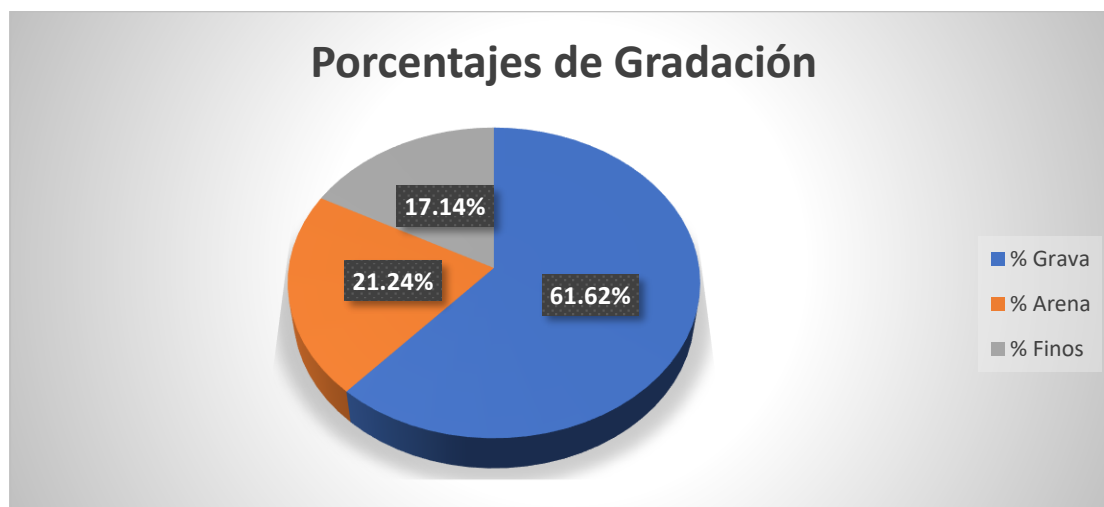


Tabla 127. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°03



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

| | |
|--------------------|---|
| Ensayo: | Granulometría |
| Referencia: | MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado |
| Fecha: | 06/05/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

Descripción de la Muestra

| Peso de Muestra P.S.+ Tara (gr.) Tara (gr) Datos básicos | | | | | | |
|--|--------------|--------------------|------------------------------|----------------|------------------------|-------------|
| Peso Total Seco (gr) | 2049.00 | 2200.60 | 151.60 | % Grava | 49.29 % | |
| Peso Después de Lavar (gr) | 1652.10 | 1803.70 | | % Arena | 30.34 % | |
| Perdida por Lavado (gr) | 396.90 | | | % Finos | 20.37 % | |
| Tamiz | Agujero (mm) | Peso Detenido (gr) | Peso Detenido Corregido (gr) | Detenido (%) | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
| 2" | 50.800 | 236.50 | 237.09 | 11.57 | 11.57 | 88.43 |
| 1 1/2" | 36.100 | 37.40 | 37.49 | 1.83 | 13.40 | 86.60 |
| 1" | 25.400 | 160.40 | 160.80 | 7.85 | 21.25 | 78.75 |
| 3/4" | 19.000 | 155.40 | 155.79 | 7.60 | 28.85 | 71.15 |
| 1/2" | 12.700 | 139.80 | 140.15 | 6.84 | 35.69 | 64.31 |
| 3/8" | 9.520 | 138.60 | 138.94 | 6.78 | 42.47 | 57.53 |

| | | | | | | |
|---------------|-------|---------|--------|-------|--------|-------|
| 1/4" | 6.300 | 139.30 | 139.65 | 6.82 | 49.29 | 50.71 |
| N° 4 | 4.750 | 83.40 | 83.61 | 4.08 | 53.37 | 46.63 |
| N° 8 | 2.360 | 165.60 | 166.01 | 8.10 | 61.47 | 38.53 |
| N° 10 | 2.000 | 41.80 | 41.90 | 2.05 | 63.52 | 36.48 |
| N° 16 | 0.840 | 98.00 | 98.24 | 4.79 | 68.31 | 31.69 |
| N° 30 | 0.600 | 111.40 | 111.68 | 5.45 | 73.76 | 26.24 |
| N° 40 | 0.425 | 38.80 | 38.90 | 1.90 | 75.66 | 24.34 |
| N° 50 | 0.260 | 33.70 | 33.78 | 1.65 | 77.31 | 22.69 |
| N° 100 | 0.150 | 47.50 | 47.62 | 2.32 | 79.63 | 20.37 |
| N° 200 | 0.075 | 18.30 | 18.35 | 0.90 | 80.53 | 19.47 |
| Fondo | | 2.10 | 2.11 | 0.10 | 80.63 | 19.37 |
| Lavado | | 396.90 | 396.90 | 19.37 | 100.00 | 0.00 |
| Total | | 2044.90 | | | | |

Figura 44. Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°03

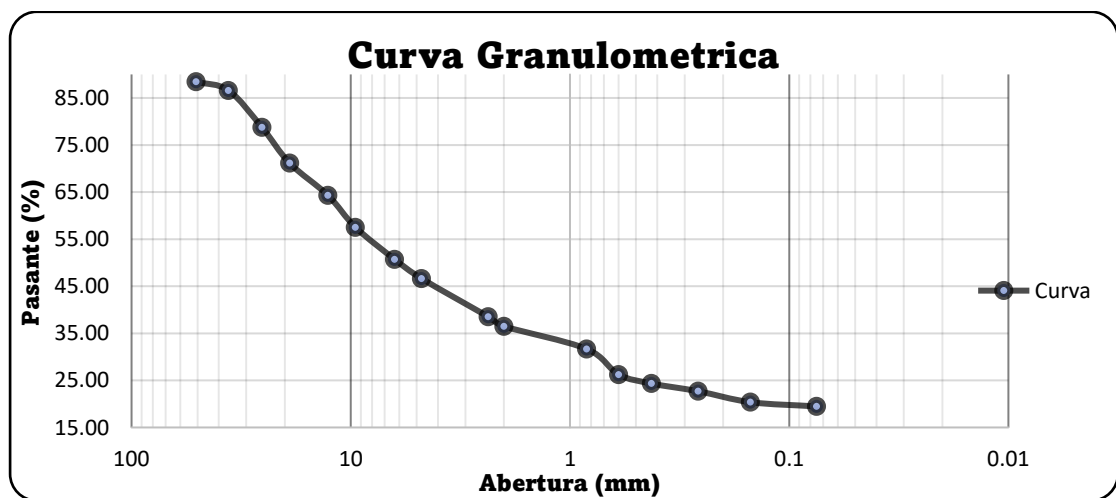


Figura 45. Grafica de gradación – Calicata N°03

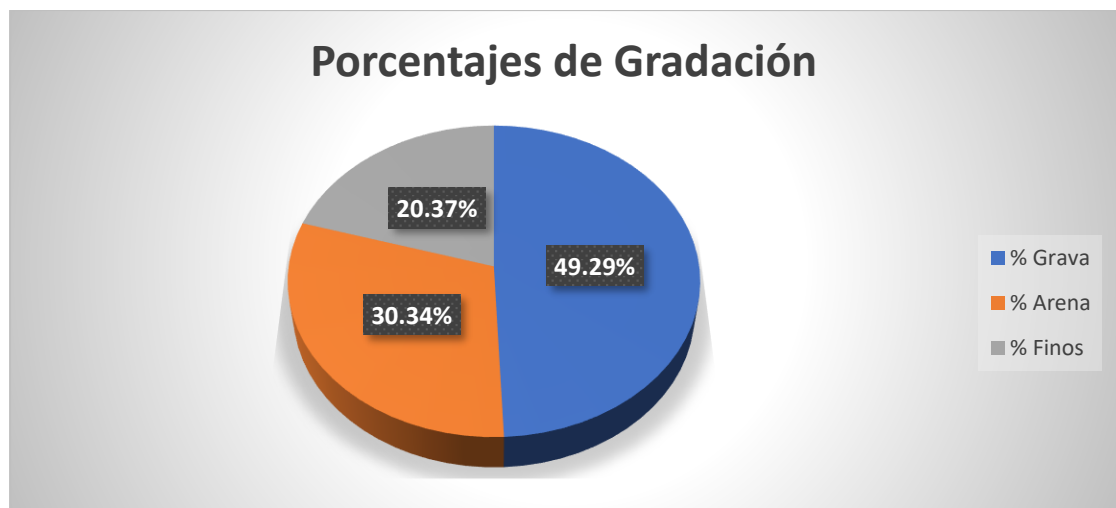


Tabla 128. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°04



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS
ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA;
MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.**

| | | | | | | | |
|-----------------------------------|---|---------------------|---------------------------|-------------------------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------|
| Ensayo: | Granulometría | | | | | | |
| Referencia: | MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado | | | | | | |
| Fecha: | 06/05/2023 | | | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | | | |
| Descripción de la Muestra | | | | | | | |
| | Peso de Muestra | | P.S.+ Tara (gr.) | Tara (gr) | Datos básicos | | |
| Peso Total Seco (gr) | 2472.70 | | 2620.20 | 147.50 | % Grava | 58.28 % | |
| Peso Después de Lavar (gr) | 2099.40 | | 2246.90 | | % Arena | 25.71 % | |
| Perdida por Lavado (gr) | 373.30 | | | | % Finos | 16.01 % | |
| | Tamiz | Agujero (mm) | Peso Detenido (gr) | Peso Detenido Corregido (gr) | Detenido (%) | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
| | 2" | 50.800 | 375.50 | 374.54 | 15.15 | 15.15 | 84.85 |
| | 1 1/2" | 36.100 | 89.90 | 89.67 | 3.63 | 18.77 | 81.23 |
| | 1" | 25.400 | 275.30 | 274.59 | 11.11 | 29.88 | 70.12 |
| | 3/4" | 19.000 | 137.20 | 136.85 | 5.53 | 35.41 | 64.59 |
| | 1/2" | 12.700 | 227.50 | 226.92 | 9.18 | 44.59 | 55.41 |
| | 3/8" | 9.520 | 146.00 | 145.63 | 5.89 | 50.48 | 49.52 |
| | 1/4" | 6.300 | 193.40 | 192.90 | 7.80 | 58.28 | 41.72 |
| | N° 4 | 4.750 | 128.00 | 127.67 | 5.16 | 63.44 | 36.56 |
| | N° 10 | 2.360 | 213.50 | 212.95 | 8.61 | 72.06 | 27.94 |
| | N° 8 | 2.000 | 41.60 | 41.49 | 1.68 | 73.73 | 26.27 |
| | N° 16 | 0.840 | 93.10 | 92.86 | 3.76 | 77.49 | 22.51 |
| | N° 30 | 0.600 | 79.00 | 78.80 | 3.19 | 80.68 | 19.32 |
| | N° 40 | 0.425 | 26.90 | 26.83 | 1.09 | 81.76 | 18.24 |
| | N° 50 | 0.260 | 21.90 | 21.84 | 0.88 | 82.64 | 17.36 |
| | N° 100 | 0.150 | 33.30 | 33.21 | 1.34 | 83.99 | 16.01 |
| | N° 200 | 0.075 | 18.60 | 18.55 | 0.75 | 84.74 | 15.26 |
| | Fondo | | 4.10 | 4.09 | 0.17 | 84.90 | 15.10 |
| | Lavado | | 373.30 | 373.30 | 15.10 | 100.00 | 0.00 |
| | Total | | 2478.10 | | | | |

Figura 46. Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°04

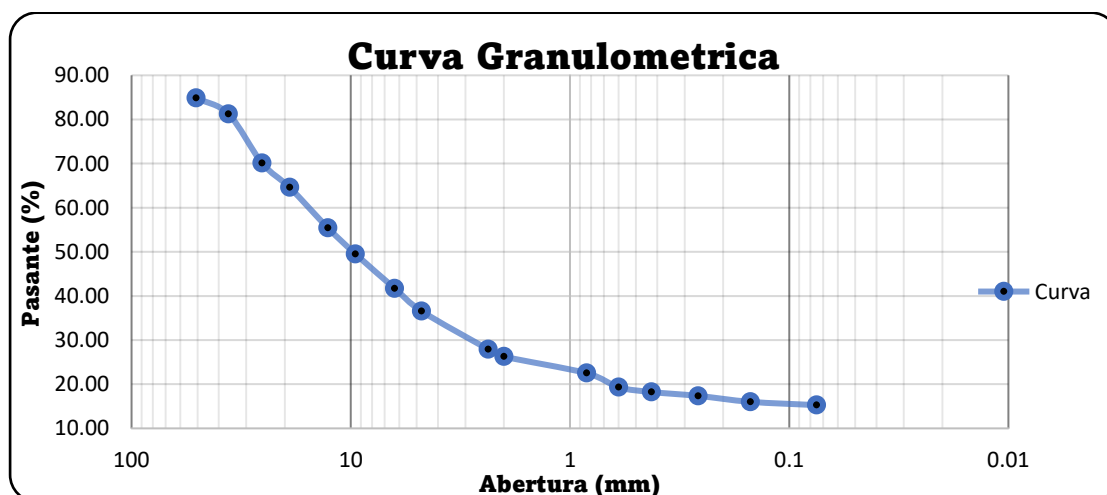


Figura 47. Grafica de gradación– Calicata N°04

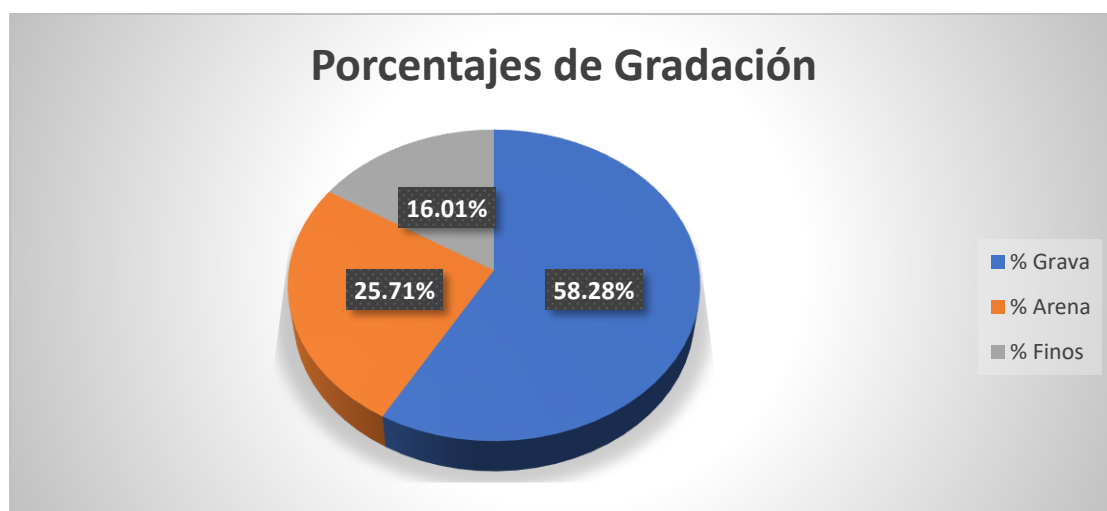


Tabla 129. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°05



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

| | |
|--------------------|---|
| Ensayo: | Granulometría |
| Referencia: | MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado |
| Fecha: | 06/05/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

Descripción de la Muestra

| Peso de Muestra | | P.S.+ Tara (gr.) | Tara (gr) | Datos básicos | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------------|------------------------------|----------------|------------------------|-------------|
| Peso Total Seco (gr) | 1944.80 | 2092.50 | 147.70 | % Grava | 53.47 % | |
| Peso Después de Lavar (gr) | 1549.00 | 1696.70 | | % Arena | 24.61 % | |
| Perdida por Lavado (gr) | 395.80 | | | % Finos | 21.92 % | |
| Tamiz | Agujero (mm) | Peso Detenido (gr) | Peso Detenido Corregido (gr) | Detenido (%) | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
| 2" | 50.800 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1 1/2" | 36.100 | 235.90 | 235.87 | 12.13 | 12.13 | 87.87 |
| 1" | 25.400 | 256.40 | 256.37 | 13.18 | 25.31 | 74.69 |
| 3/4" | 19.000 | 81.40 | 81.39 | 4.18 | 29.50 | 70.50 |
| 1/2" | 12.700 | 198.40 | 198.37 | 10.20 | 39.70 | 60.30 |
| 3/8" | 9.520 | 134.20 | 134.18 | 6.90 | 46.60 | 53.40 |
| 1/4" | 6.300 | 133.80 | 133.78 | 6.88 | 53.47 | 46.53 |
| N° 4 | 4.750 | 76.10 | 76.09 | 3.91 | 57.39 | 42.61 |
| N° 8 | 2.360 | 120.20 | 120.18 | 6.18 | 63.57 | 36.43 |
| N° 10 | 2.000 | 27.00 | 27.00 | 1.39 | 64.95 | 35.05 |
| N° 16 | 0.840 | 68.00 | 67.99 | 3.50 | 68.45 | 31.55 |
| N° 30 | 0.600 | 75.00 | 74.99 | 3.86 | 72.31 | 27.69 |
| N° 40 | 0.425 | 31.70 | 31.70 | 1.63 | 73.94 | 26.06 |
| N° 50 | 0.260 | 28.90 | 28.90 | 1.49 | 75.42 | 24.58 |
| N° 100 | 0.150 | 51.70 | 51.69 | 2.66 | 78.08 | 21.92 |
| N° 200 | 0.075 | 27.10 | 27.10 | 1.39 | 79.47 | 20.53 |
| Fondo Lavado | | 3.40 | 3.40 | 0.17 | 79.65 | 20.35 |
| Total | | 395.80 | 395.80 | 20.35 | 100.00 | 0.00 |
| | | 1945.00 | | | | |

Figura 48. Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°05

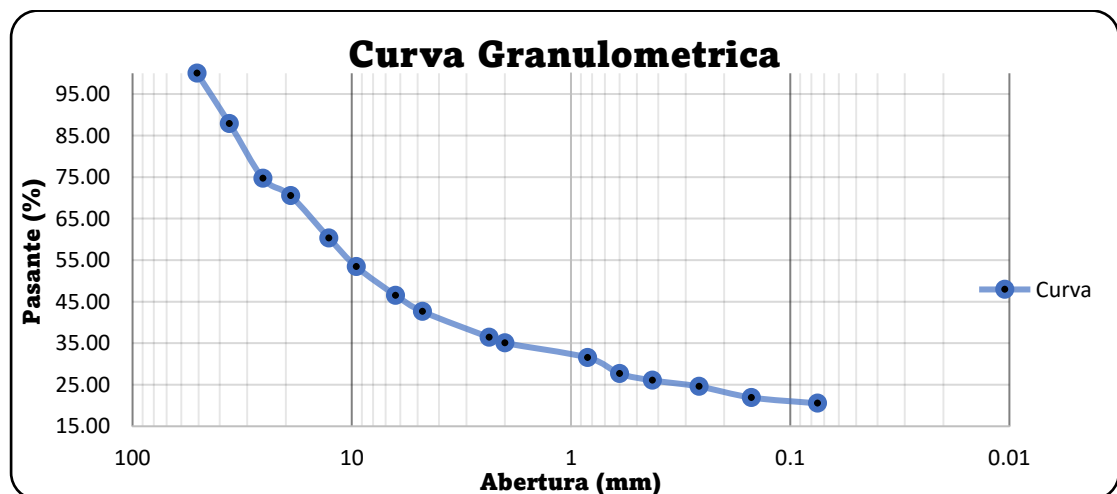


Figura 49. Grafica de gradación– Calicata N°05

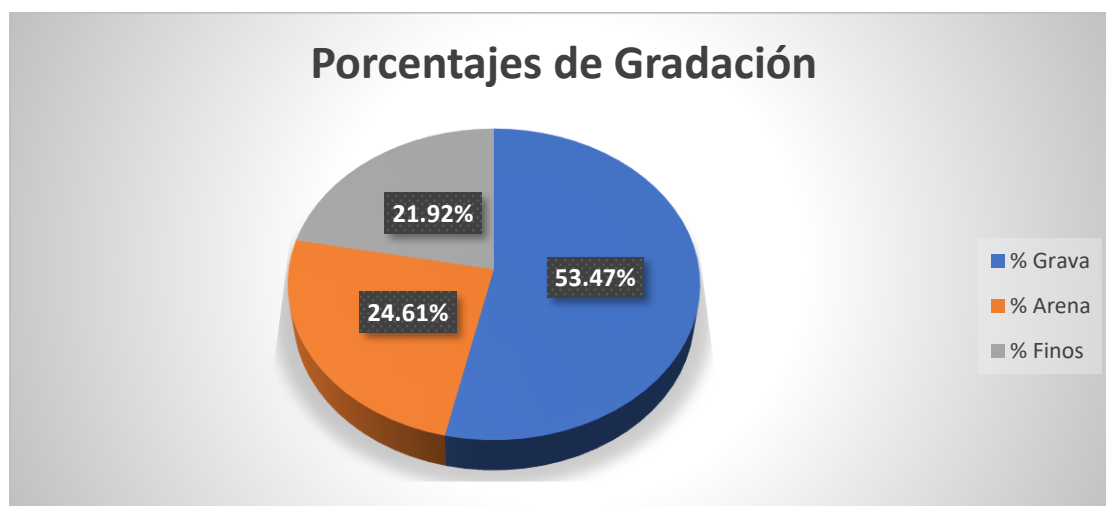


Tabla 130. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°06



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

| | |
|--------------------|---|
| Ensayo: | Granulometría |
| Referencia: | MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado |
| Fecha: | 06/05/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

Descripción de la Muestra

| Peso de Muestra | | P.S.+ Tara (gr.) | Tara (gr) | Datos básicos | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------------|------------------------------|----------------|------------------------|-------------|
| Peso Total Seco (gr) | 1878.70 | 2025.60 | 146.90 | % Grava | 56.96 % | |
| Peso Después de Lavar (gr) | 1458.50 | 1605.40 | | % Arena | 19.63 % | |
| Perdida por Lavado (gr) | 420.20 | | | % Finos | 23.41 % | |
| Tamiz | Agujero (mm) | Peso Detenido (gr) | Peso Detenido Corregido (gr) | Detenido (%) | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
| 2" | 50.800 | 480.80 | 483.55 | 25.74 | 25.74 | 74.26 |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 25.74 | 74.26 |
| 1" | 25.400 | 167.90 | 168.86 | 8.99 | 34.73 | 65.27 |
| 3/4" | 19.000 | 132.70 | 133.46 | 7.10 | 41.83 | 58.17 |
| 1/2" | 12.700 | 125.40 | 126.12 | 6.71 | 48.54 | 51.46 |
| 3/8" | 9.500 | 73.30 | 73.72 | 3.92 | 52.47 | 47.53 |
| 1/4" | 6.300 | 83.90 | 84.38 | 4.49 | 56.96 | 43.04 |
| N° 4 | 4.760 | 60.30 | 60.65 | 3.23 | 60.19 | 39.81 |

| | | | | | | |
|---------------|-------|---------|--------|-------|--------|-------|
| N° 8 | 2.000 | 92.90 | 93.43 | 4.97 | 65.16 | 34.84 |
| N° 10 | 2.000 | 19.20 | 19.31 | 1.03 | 66.19 | 33.81 |
| N° 16 | 0.840 | 51.20 | 51.49 | 2.74 | 68.93 | 31.07 |
| N° 30 | 0.425 | 60.30 | 60.65 | 3.23 | 72.16 | 27.84 |
| N° 40 | 0.425 | 24.30 | 24.44 | 1.30 | 73.46 | 26.54 |
| N° 50 | 0.260 | 21.10 | 21.22 | 1.13 | 74.59 | 25.41 |
| N° 100 | 0.150 | 37.40 | 37.61 | 2.00 | 76.59 | 23.41 |
| N° 200 | 0.075 | 17.80 | 17.90 | 0.95 | 77.54 | 22.46 |
| Fondo | | 1.70 | 1.71 | 0.09 | 77.63 | 22.37 |
| Lavado | | 420.20 | 420.20 | 22.37 | 100.00 | 0.00 |
| Total | | 1870.40 | | | | |

Figura 50. Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°06

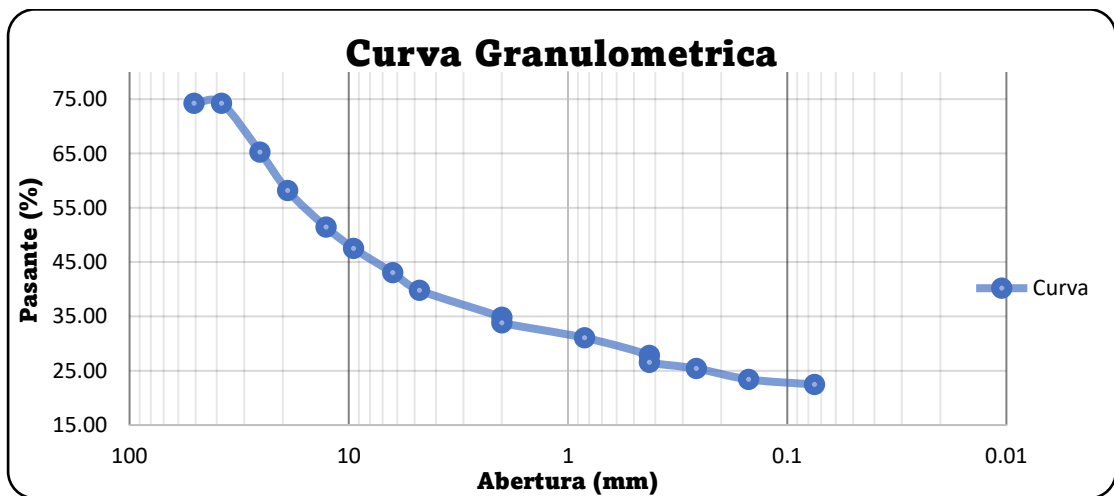


Figura 51. Grafica de gradación– Calicata N°06

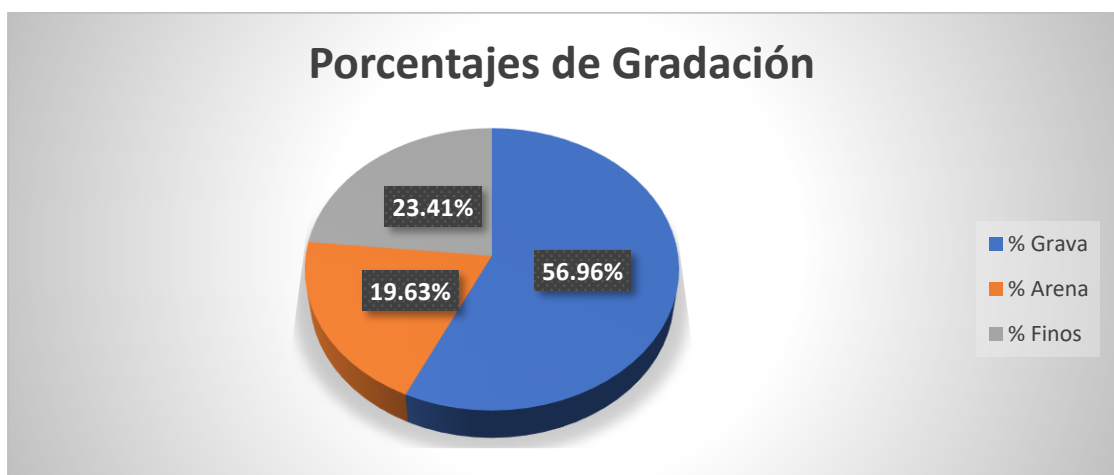


Tabla 131. Procesamiento de datos, análisis granulométrico – Calicata N°07



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS
ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA;
MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.**

| Ensayo: | Granulometría | | | | | |
|-----------------------------------|---|--------------------|------------------------------|----------------|------------------------|-------------|
| Referencia: | MTC E 107 Analizar la granulometría del suelo mediante tamizado | | | | | |
| Fecha: | 06/05/2023 | | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | | |
| Descripción de la Muestra | | | | | | |
| Peso de Muestra | | P.S.+ Tara (gr.) | Tara (gr) | Datos básicos | | |
| Peso Total Seco (gr) | 2455.20 | 2599.80 | 144.60 | % Grava | 59.80 % | |
| Peso Después de Lavar (gr) | 2133.90 | 2278.50 | | % Arena | 25.73 % | |
| Perdida por Lavado (gr) | 321.30 | | | % Finos | 14.47 % | |
| Tamiz | Agujero (mm) | Peso Detenido (gr) | Peso Detenido Corregido (gr) | Detenido (%) | Detenido Acumulado (%) | Pasante (%) |
| 2" | 50.800 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1 1/2" | 38.100 | 364.20 | 363.88 | 14.82 | 14.82 | 85.18 |
| 1" | 25.400 | 310.50 | 310.22 | 12.64 | 27.46 | 72.54 |
| 3/4" | 19.000 | 200.50 | 200.32 | 8.16 | 35.62 | 64.38 |
| 1/2" | 12.700 | 289.10 | 288.84 | 11.76 | 47.38 | 52.62 |
| 3/8" | 9.500 | 155.70 | 155.56 | 6.34 | 53.72 | 46.28 |
| 1/4" | 6.300 | 149.60 | 149.47 | 6.09 | 59.80 | 40.20 |
| N° 4 | 4.760 | 108.30 | 108.20 | 4.41 | 64.21 | 35.79 |
| N° 8 | 2.000 | 152.70 | 152.56 | 6.21 | 70.42 | 29.58 |
| N° 10 | 2.000 | 31.50 | 31.47 | 1.28 | 71.71 | 28.29 |
| N° 16 | 0.840 | 84.60 | 84.52 | 3.44 | 75.15 | 24.85 |
| N° 30 | 0.425 | 105.20 | 105.11 | 4.28 | 79.43 | 20.57 |
| N° 40 | 0.425 | 42.10 | 42.06 | 1.71 | 81.14 | 18.86 |
| N° 50 | 0.260 | 41.00 | 40.96 | 1.67 | 82.81 | 17.19 |
| N° 100 | 0.150 | 66.80 | 66.74 | 2.72 | 85.53 | 14.47 |
| N° 200 | 0.075 | 29.20 | 29.17 | 1.19 | 86.72 | 13.28 |
| Fondo | | 4.80 | 4.80 | 0.20 | 86.91 | 13.09 |
| Lavado | | 321.30 | 321.30 | 13.09 | 100.00 | 0.00 |
| Total | | 2457.10 | | | | |

Figura 52. Grafica de análisis granulométrico – Calicata N°07

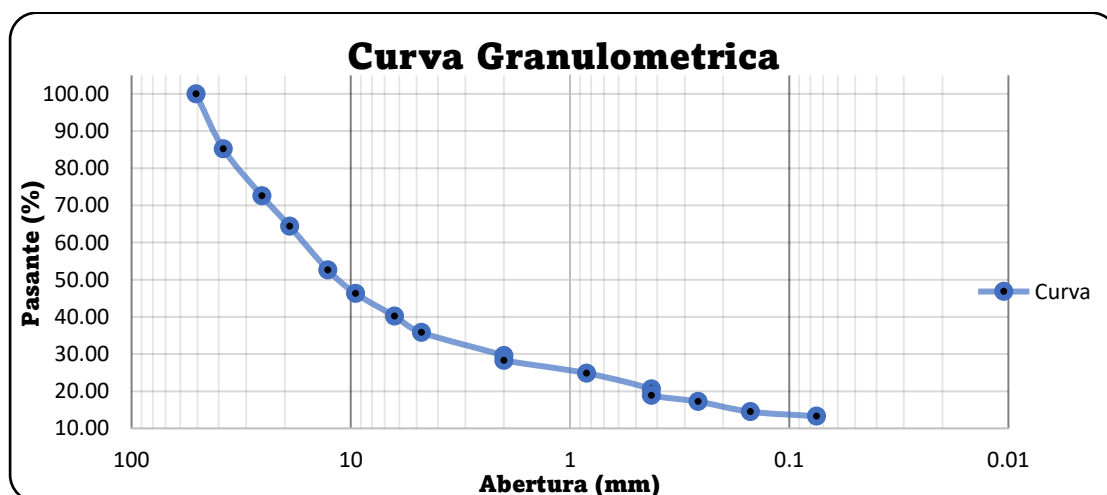
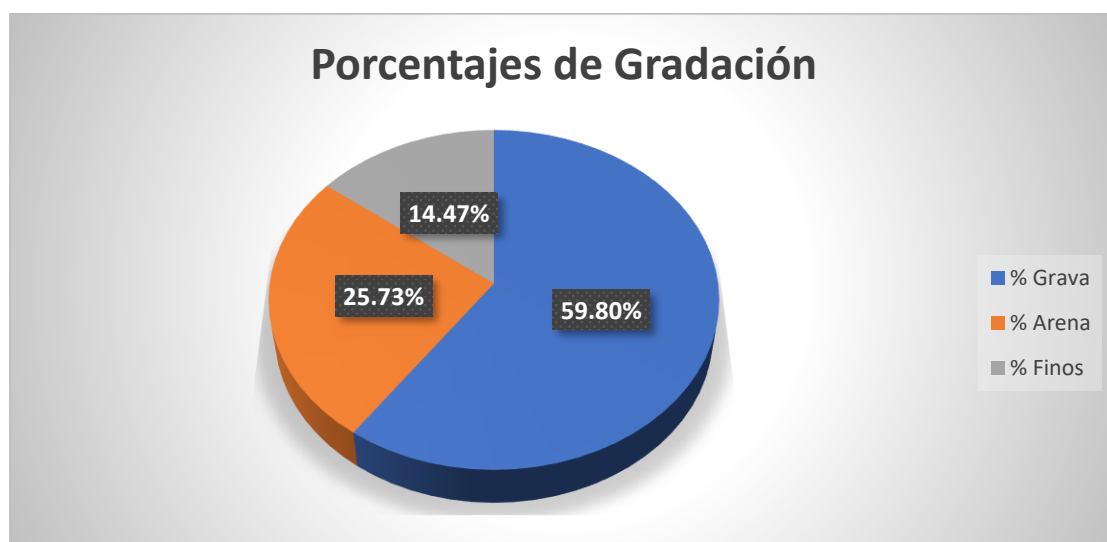


Figura 53. Grafica de gradación– Calicata N°07



4.1.1.3. Resultado de clasificación de suelo según el método AASHTO

Tabla 132. Resultados de clasificación del suelo por el método - AASHTO

| CLASIFICACIÓN DE SUELO POR CALICATA | | |
|-------------------------------------|--|--------------------------------------|
| CALICATA | Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO) | |
| CALICATA 1 | A - 2 - 4 --- 0 | Gravas y arenas limosas o arcillosas |
| CALICATA 2 | A - 2 - 4 --- 0 | Gravas y arenas limosas o arcillosas |
| CALICATA 3 | A - 2 - 4 --- 0 | Gravas y arenas limosas o arcillosas |
| CALICATA 4 | A - 2 - 4 --- 0 | Gravas y arenas limosas o arcillosas |
| CALICATA 5 | A - 2 - 4 --- 0 | Gravas y arenas limosas o arcillosas |
| CALICATA 6 | A - 2 - 4 --- 0 | Gravas y arenas limosas o arcillosas |
| CALICATA 7 | A - 2 - 4 --- 0 | Gravas y arenas limosas o arcillosas |

Como se puede apreciar en el cuadro, al procesar los datos, de granulometría y límites de consistencia, los cuales son necesarios para la clasificación de suelo por el método AASHTO, en el cual da como resultado en el grupo, A-2-4 con índice de grupo cero, lo cual quiere decir que el suelo es **gravas o arenas limosas o arcillosas** según CLASIFICACIÓN DE SUELOS: Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO)

4.1.1.4. Resultado de clasificación de suelo según el método SUCS

Tabla 133. Resultados de clasificación de suelo por el método - SUCS

| CLASIFICACIÓN DE SUELO POR CALICATA | | |
|-------------------------------------|---|--|
| CALICATA | Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) | |
| CALICATA 1 | GP - GC | GRABA -- Pobremente Graduado con ARCILLA -- Baja Plasticidad |
| CALICATA 2 | GC | GRABA -- Arcilloso de Baja Plasticidad |
| CALICATA 3 | GC | GRABA -- Arcilloso de Baja Plasticidad |
| CALICATA 4 | GM - GC | GRABA -- Limoso--Arcilloso de Baja Plasticidad |
| CALICATA 5 | GM | GRABA -- Limoso de Baja Plasticidad |
| CALICATA 6 | GM | GRABA -- Limoso de Baja Plasticidad |
| CALICATA 7 | GC | GRABA -- Arcilloso de Baja Plasticidad |

Como se puede apreciar en el cuadro, al procesar los datos, de granulometría, carta de plasticidad de Casagrande y límites de consistencia, los cuales son necesarios para la clasificación de suelo por el método SUCS, en el cual da como resultado suelo con graba con presencia de arcilla o limo de baja plasticidad en su mayoría.

4.1.2. Resultado de prueba de laboratorio para determinar la calicata más crítico

4.1.2.1. Procesamiento de datos de Proctor modificado de las siete calicatas

Tabla 134. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°01



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

Ensayo: Proctor Modificado

Referencia: MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)

Fecha: 14/05/2023

Tesista: Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Molde | | Método de la Compactación | Tipo C |
|-----------------|-------|---------------------------|--------|
| Diámetro | cm | N.º de Capas | 5 |
| | 15.24 | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|---------------|----------|----------|----------|--------------|--------|--------|--------------|--------|--------|---------------|--------|
| Altura | cm | 11.64 | | | | | | | | | | | |
| Volumen | cm3 | 2123.31 | | | | | | | | | | | |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | | | | | | | | | | | |
| DENSIDAD HÚMEDA | | | | | | | | | | | | | |
| Número de muestras | N° | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7764.40 | 8105.40 | 7937.80 | 7866.50 | | | | | | | | |
| Peso molde | gr | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 | | | | | | | | |
| Peso suelo húmedo | gr | 4882.30 | 5223.30 | 5055.70 | 4984.40 | | | | | | | | |
| Volumen del molde | cm3 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | | | | | | | | |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm3 | 2.30 | 2.46 | 2.38 | 2.35 | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
| Recipiente | N° | B-01 | B-02 | B-03 | B-04 | B-05 | B-06 | B-07 | B-08 | B-09 | B-10 | B-11 | B-12 |
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 70.707 | 65.207 | 79.799 | 74.133 | 71.947 | 79.857 | 72.078 | 61.726 | 80.813 | 67.961 | 75.409 | 88.538 |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 67.995 | 62.855 | 76.809 | 70.321 | 68.585 | 75.774 | 67.035 | 57.019 | 75.523 | 62.512 | 69.579 | 81.628 |
| Peso de la tara | gr | 12.070 | 15.690 | 11.720 | 12.090 | 15.720 | 15.400 | 15.810 | 11.660 | 15.300 | 15.510 | 14.530 | 15.830 |
| Peso de agua | gr | 2.712 | 2.352 | 2.990 | 3.812 | 3.362 | 4.083 | 5.043 | 4.707 | 5.290 | 5.449 | 5.830 | 6.910 |
| Peso de suelo seco | gr | 55.925 | 47.165 | 65.089 | 58.231 | 52.865 | 60.374 | 51.225 | 45.359 | 60.223 | 47.002 | 55.049 | 65.798 |
| Humedad | % | 4.789 | | | | 6.565 | | | 9.591 | | | 10.837 | |
| Densidad Suelo Seco | gr/cm3 | 2.194 | | | | 2.308 | | | 2.173 | | | 2.118 | |
| Densidad Máxima Seca (gr/cm3) | | 2.3080 | | | | | | | | | | | |
| Humedad Optima (%) | | 6.6500 | | | | | | | | | | | |

Figura 54. Grafica de curva de compactación – Calicata N°01

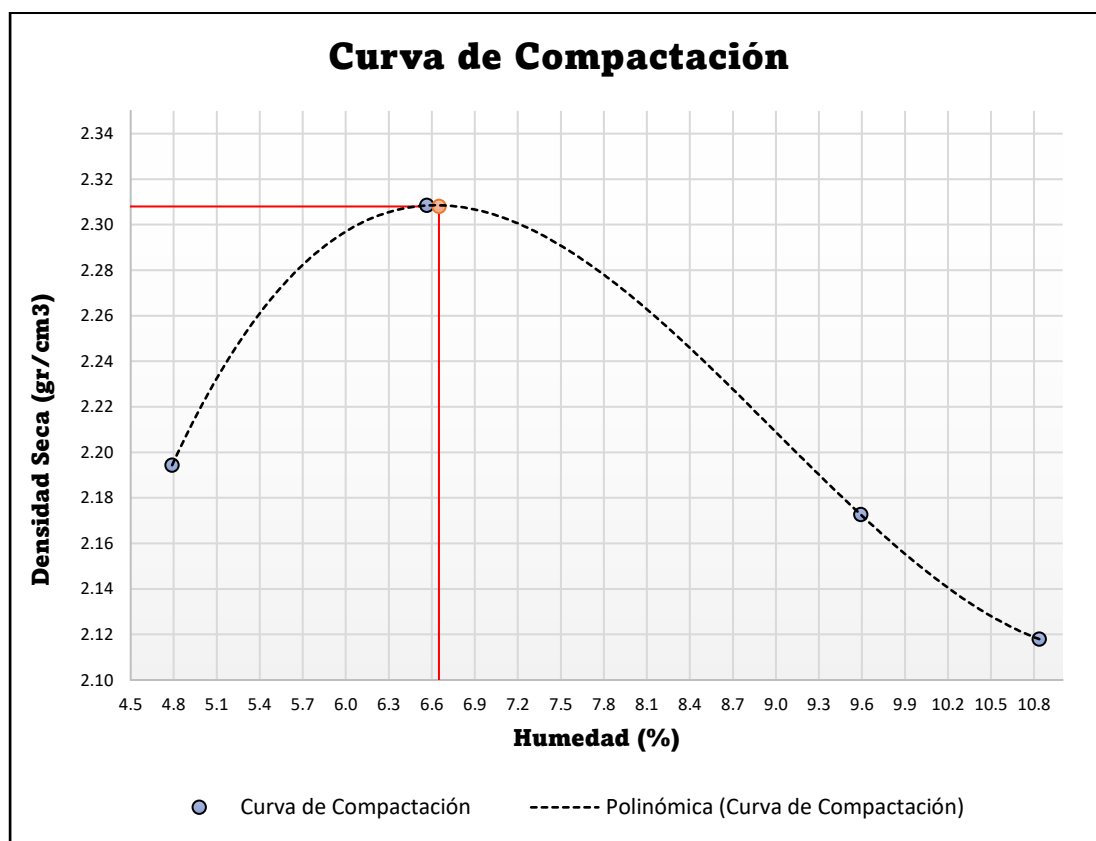


Tabla 135. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°02



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

Ensayo: Proctor Modificado

Referencia: MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)

Fecha: 14/05/2023

Tesista: Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Molde | | | Método de la Compactación | Tipo C |
|-----------------------|-----------------|---------|---------------------------|--------|
| Diámetro | cm | 15.24 | N.º de Capas | 5 |
| Altura | cm | 11.64 | Molde | 6" |
| Volumen | cm ³ | 2123.31 | | |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | | |

DENSIDAD HÚMEDA

| Número de muestras | N° | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7767.10 | 8138.10 | 7969.90 | 7950.40 | | | | | | | | | |
| Peso molde | gr | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 | | | | | | | | | |
| Peso suelo húmedo | gr | 4885.00 | 5256.00 | 5087.80 | 5068.30 | | | | | | | | | |
| Volumen del molde | cm3 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | | | | | | | | | |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm3 | 2.30 | 2.48 | 2.40 | 2.39 | | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Recipiente | N° | C-01 | C-02 | C-03 | C-04 | C-05 | C-06 | C-07 | C-08 | C-09 | C-10 | C-11 | C-12 | |
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 61.158 | 69.070 | 80.735 | 60.154 | 53.568 | 77.272 | 66.934 | 72.158 | 67.691 | 82.922 | 75.373 | 73.607 | |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 58.755 | 67.151 | 77.463 | 57.225 | 51.170 | 73.219 | 62.910 | 67.444 | 63.527 | 76.370 | 70.261 | 68.763 | |
| Peso de la tara | gr | 18.470 | 19.420 | 18.140 | 18.280 | 17.660 | 18.020 | 18.280 | 18.300 | 18.830 | 18.170 | 17.820 | 18.250 | |
| Peso de agua | gr | 2.403 | 1.919 | 3.272 | 2.929 | 2.398 | 4.053 | 4.024 | 4.714 | 4.164 | 6.552 | 5.112 | 4.844 | |
| Peso de suelo seco | gr | 40.285 | 47.731 | 59.323 | 38.945 | 33.510 | 55.199 | 44.630 | 49.144 | 44.697 | 58.200 | 52.441 | 50.513 | |
| Humedad | % | 5.154 | | | | 7.348 | | | | 9.317 | | | | 10.244 |
| Densidad Suelo Seco | gr/cm3 | 2.188 | | | | 2.306 | | | | 2.192 | | | | 2.165 |
| Densidad Máxima Seca (gr/cm3) | | | | | 2.3170 | | | | | | | | | |
| Humedad Optima (%) | | | | | 6.8000 | | | | | | | | | |

Figura 55. Gráfica de curva de compactación – Calicata N°02

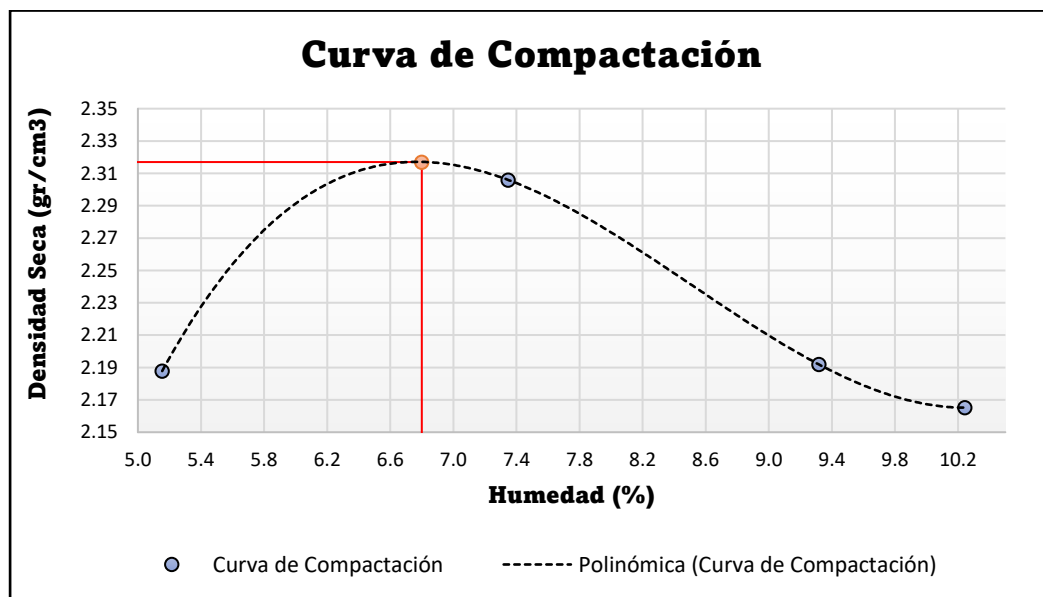


Tabla 136. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°03



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--------------|---------|----------------------------------|--------------|---------|---------|---------------|---------------|---------|---------------|---------|---------|--|--|--|
| Ensayo: | Proctor Modificado | | | | | | | | | | | | | | | |
| Referencia: | MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha: | 14/05/2023 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS PRELIMINARES | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Datos del Molde | | | | Método de la Compactación | | | | | Tipo C | | | | | | | |
| Diámetro | cm | 15.24 | | N.º de Capas | | | | | 5 | | | | | | | |
| Altura | cm | 11.64 | | Molde | | | | | 6" | | | | | | | |
| Volumen | cm³ | 2123.31 | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | | | | | | | | | | | | | | |
| DENSIDAD HÚMEDA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de muestras | Nº | 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | | | |
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7664.80 | | | 8016.80 | | | 7892.90 | | | 7793.40 | | | | | |
| Peso molde | gr | 2882.10 | | | 2882.10 | | | 2882.10 | | | 2882.10 | | | | | |
| Peso suelo húmedo | gr | 4782.70 | | | 5134.70 | | | 5010.80 | | | 4911.30 | | | | | |
| Volumen del molde | cm³ | 2123.31 | | | 2123.31 | | | 2123.31 | | | 2123.31 | | | | | |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm³ | 2.25 | | | 2.42 | | | 2.36 | | | 2.31 | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recipiente | Nº | C-19 | C-20 | C-21 | T-02 | T-03 | T-04 | T-05 | T-06 | T-07 | T-01 | T-09 | T-10 | | | |
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 87.024 | 110.881 | 103.773 | 141.867 | 126.240 | 147.720 | 129.832 | 143.600 | 140.669 | 136.110 | 141.962 | 130.455 | | | |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 83.147 | 106.683 | 99.510 | 134.613 | 121.908 | 141.575 | 124.581 | 137.153 | 133.870 | 129.993 | 135.460 | 124.618 | | | |
| Peso de la tara | gr | 19.250 | 19.140 | 19.640 | 55.102 | 71.973 | 74.933 | 74.129 | 76.916 | 74.175 | 74.608 | 79.171 | 74.608 | | | |
| Peso de agua | gr | 3.88 | 4.20 | 4.26 | 7.25 | 4.33 | 6.15 | 5.25 | 6.45 | 6.80 | 6.12 | 6.50 | 5.84 | | | |
| Peso de suelo seco | gr | 63.90 | 87.54 | 79.87 | 79.51 | 49.94 | 66.64 | 50.45 | 60.24 | 59.70 | 55.39 | 56.29 | 50.01 | | | |
| Humedad | % | 5.334 | | | 9.042 | | | 10.856 | | | 11.415 | | | | | |

| | | | | | |
|-------------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|
| Densidad Suelo Seco | gr/cm3 | 2.138 | 2.218 | 2.129 | 2.076 |
| Densidad Máxima Seca (gr/cm3) | | 2.2240 | | | |
| Humedad Óptima (%) | | 8.4000 | | | |

Figura 56. Gráfica de curva de compactación – Calicata N° 03

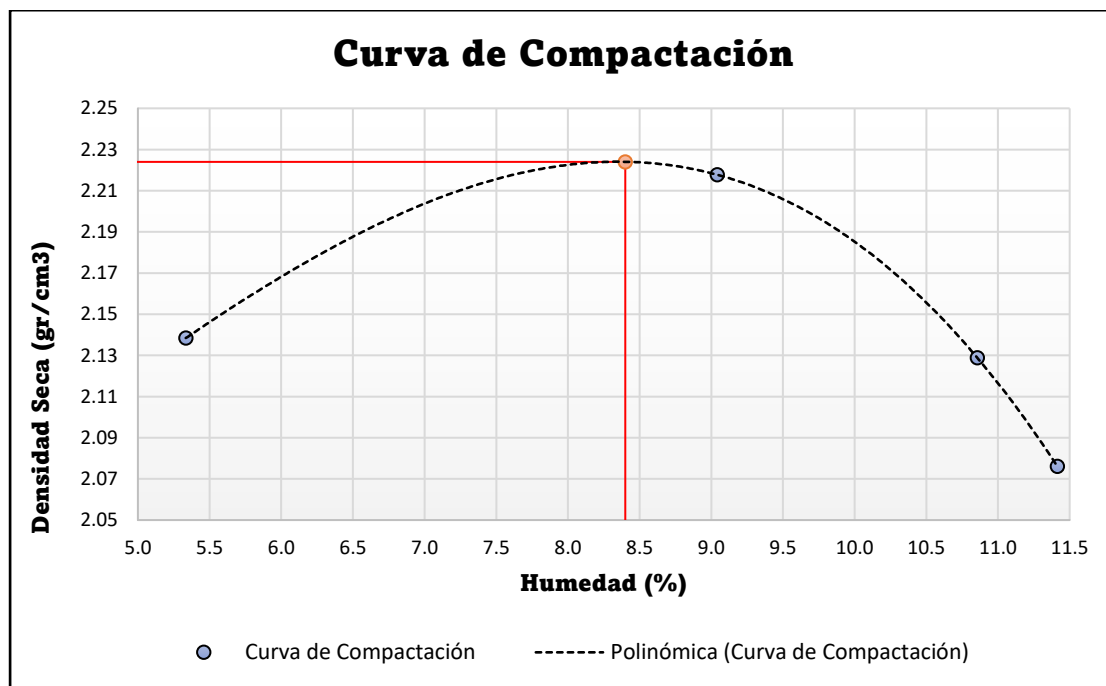


Tabla 137. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°04



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

Ensayo: Proctor Modificado

Referencia: MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)

Fecha: 14/05/2023

Tesista: Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Molde | | | Método de la Compactación | Tipo C |
|-----------------------|-----|---------|---------------------------|--------|
| Diámetro | cm | 15.24 | N.º de Capas | 5 |
| Altura | cm | 11.64 | Molde | 6" |
| Volumen | cm3 | 2123.31 | | |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | | |

DENSIDAD HÚMEDA

| Número de muestras | N° | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | |
|---|---------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|---------------|--------|--------|--------------|--------|--------|--------------|--------|
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7771.03 | 8027.80 | 7974.40 | 7880.40 | | | | | | | | |
| Peso molde | gr | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 | | | | | | | | |
| Peso suelo húmedo | gr | 4888.93 | 5145.70 | 5092.30 | 4998.30 | | | | | | | | |
| Volumen del molde | cm ³ | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | | | | | | | | |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/c m ³ | 2.30 | 2.42 | 2.40 | 2.35 | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
| Recipiente | N° | B-04 | B-05 | B-06 | B-03 | B-02 | B-01 | C-01 | C-02 | C-03 | C-04 | C-05 | C-06 |
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 64.933 | 68.375 | 68.375 | 85.662 | 99.045 | 96.142 | 84.173 | 94.928 | 87.003 | 88.690 | 88.955 | 87.837 |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 63.127 | 66.358 | 66.764 | 80.880 | 94.151 | 91.581 | 78.790 | 89.309 | 81.023 | 81.996 | 82.547 | 82.476 |
| Peso de la tara | gr | 12.090 | 15.720 | 15.400 | 11.720 | 15.690 | 12.070 | 18.470 | 19.420 | 18.140 | 18.280 | 17.660 | 18.020 |
| Peso de agua | gr | 1.806 | 2.017 | 1.611 | 4.782 | 4.894 | 4.561 | 5.383 | 5.619 | 5.980 | 6.694 | 6.408 | 5.361 |
| Peso de suelo seco | gr | 51.037 | 50.638 | 51.364 | 69.160 | 78.461 | 79.511 | 60.320 | 69.889 | 62.883 | 63.716 | 64.887 | 64.456 |
| Humedad | % | 3.551 | | | | 6.268 | | | 8.795 | | | 9.563 | |
| Densidad Suelo Seco | gr/c m ³ | 2.224 | | | | 2.280 | | | 2.204 | | | 2.149 | |
| Densidad Máxima Seca (gr/cm³) | | | | | | 2.2805 | | | | | | | |
| Humedad Óptima (%) | | | | | | 6.2000 | | | | | | | |

Figura 57. Gráfica de curva de compactación – Calicata N°04

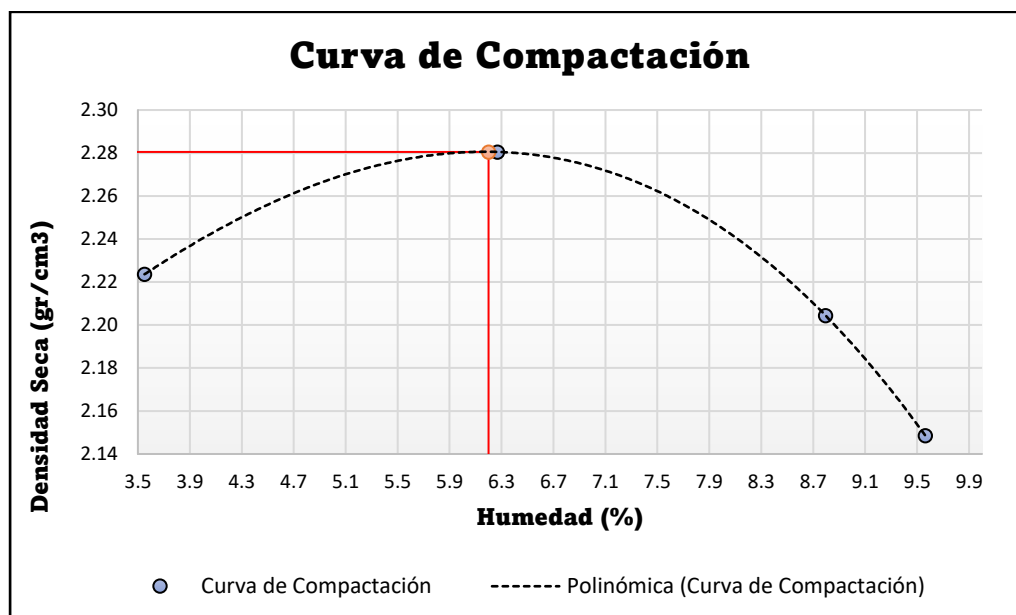


Tabla 138. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°05



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--------------|---------|----------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|--|
| Ensayo: | Proctor Modificado | | | | | | | | | | | | | | | |
| Referencia: | MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha: | 14/05/2023 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS PRELIMINARES | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Datos del Molde | | | | Método de la Compactación | | | | Tipo C | | | | | | | | |
| Diámetro | cm | 15.24 | | N.º de Capas | | | | 5 | | | | | | | | |
| Altura | cm | 11.64 | | Molde | | | | 6" | | | | | | | | |
| Volumen | cm³ | 2123.31 | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | | | | | | | | | | | | | | |
| DENSIDAD HÚMEDA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de muestras | Nº | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7771.90 | | 7928.60 | | 7838.20 | | 7814.80 | | | | | | | | |
| Peso molde | gr | 2882.10 | | 2882.10 | | 2882.10 | | 2882.10 | | | | | | | | |
| Peso suelo húmedo | gr | 4889.80 | | 5046.50 | | 4956.10 | | 4932.70 | | | | | | | | |
| Volumen del molde | cm³ | 2123.31 | | 2123.31 | | 2123.31 | | 2123.31 | | | | | | | | |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm³ | 2.30 | | 2.38 | | 2.33 | | 2.32 | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recipiente | Nº | T-10 | T-11 | T-12 | V-04 | V-06 | V-05 | C-13 | C-14 | C-15 | C-16 | C-17 | C-18 | | | |
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 111.984 | 133.562 | 136.113 | 98.085 | 103.210 | 101.759 | 72.846 | 71.000 | 84.204 | 68.571 | 76.404 | 77.574 | | | |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 110.080 | 130.495 | 133.138 | 94.165 | 98.944 | 97.159 | 67.828 | 65.420 | 77.067 | 61.747 | 70.161 | 70.553 | | | |
| Peso de la tara | gr | 73.555 | 55.330 | 54.681 | 51.532 | 56.004 | 46.954 | 19.040 | 18.100 | 18.060 | 19.020 | 18.590 | 19.270 | | | |
| Peso de agua | gr | 1.904 | 3.067 | 2.975 | 3.920 | 4.266 | 4.600 | 5.018 | 5.580 | 7.137 | 6.824 | 6.243 | 7.021 | | | |
| Peso de suelo seco | gr | 36.525 | 75.165 | 78.457 | 42.633 | 42.940 | 50.205 | 48.788 | 47.320 | 59.007 | 42.727 | 51.571 | 51.283 | | | |
| Humedad | % | 4.179 | | 9.417 | | 11.433 | | 13.799 | | | | | | | | |

| | | | | | |
|-------------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|
| Densidad Suelo Seco | gr/cm3 | 2.211 | 2.172 | 2.095 | 2.041 |
| Densidad Máxima Seca (gr/cm3) | | 2.2520 | | | |
| Humedad Óptima (%) | | 6.1000 | | | |

Figura 58. Gráfica de curva de compactación – Calicata N°05

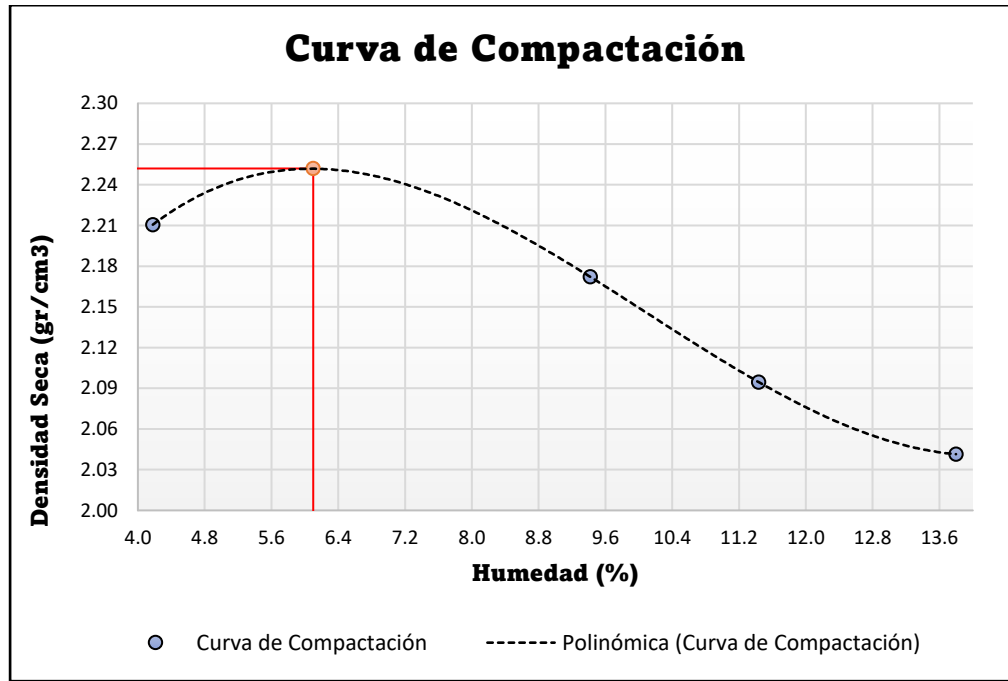


Tabla 139. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°06



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo: Proctor Modificado

Referencia: MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)

Fecha: 14/05/2023

Tesista: Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Molde | | | Método de la Compactación | Tipo C |
|-----------------|-----|---------|---------------------------|--------|
| Diámetro | cm | 15.24 | N.º de Capas | 5 |
| Altura | cm | 11.64 | Molde | 6" |
| Volumen | cm3 | 2123.31 | | |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | | |

DENSIDAD HÚMEDA

| Número de muestras | N° | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | |
|---|--------------------|--------------|-------------|-------------|---------------|--------------|---------|--------|---------------|--------|--------|---------------|--------|
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7535.00 | 7867.70 | 7754.10 | 7547.40 | | | | | | | | |
| Peso molde | gr | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 | | | | | | | | |
| Peso suelo húmedo | gr | 4652.90 | 4985.60 | 4872.00 | 4665.30 | | | | | | | | |
| Volumen del molde | cm ³ | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | | | | | | | | |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm ³ | 2.19 | 2.35 | 2.29 | 2.20 | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
| Recipiente | N° | V-01 | V-02 | V-03 | V-04 | V-05 | V-06 | B-12 | B-11 | B-10 | B-09 | B-08 | B-07 |
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 113.104 | 97.037 | 115.202 | 136.510 | 114.852 | 129.475 | 75.437 | 73.816 | 75.631 | 78.088 | 70.102 | 73.968 |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 109.278 | 93.525 | 111.470 | 130.491 | 109.015 | 124.499 | 68.879 | 68.041 | 69.675 | 70.644 | 63.339 | 66.526 |
| Peso de la tara | gr | 50.220 | 44.619 | 50.080 | 51.532 | 46.954 | 56.004 | 15.830 | 14.530 | 15.510 | 15.300 | 11.660 | 15.810 |
| Peso de agua | gr | 3.826 | 3.512 | 3.732 | 6.019 | 5.837 | 4.976 | 6.558 | 5.775 | 5.956 | 7.444 | 6.763 | 7.442 |
| Peso de suelo seco | gr | 59.058 | 48.906 | 61.390 | 78.959 | 62.061 | 68.495 | 53.049 | 53.511 | 54.165 | 55.344 | 51.679 | 50.716 |
| Humedad | % | 6.537 | | | | 8.034 | | | 11.379 | | | 13.725 | |
| Densidad Suelo Seco | gr/cm ³ | 2.057 | | | | 2.173 | | | 2.060 | | | 1.932 | |
| Densidad Máxima Seca (gr/cm³) | | | | | 2.1810 | | | | | | | | |
| Humedad Optima (%) | | | | | 8.6000 | | | | | | | | |

Figura 59. Gráfica de curva de compactación – Calicata N°06

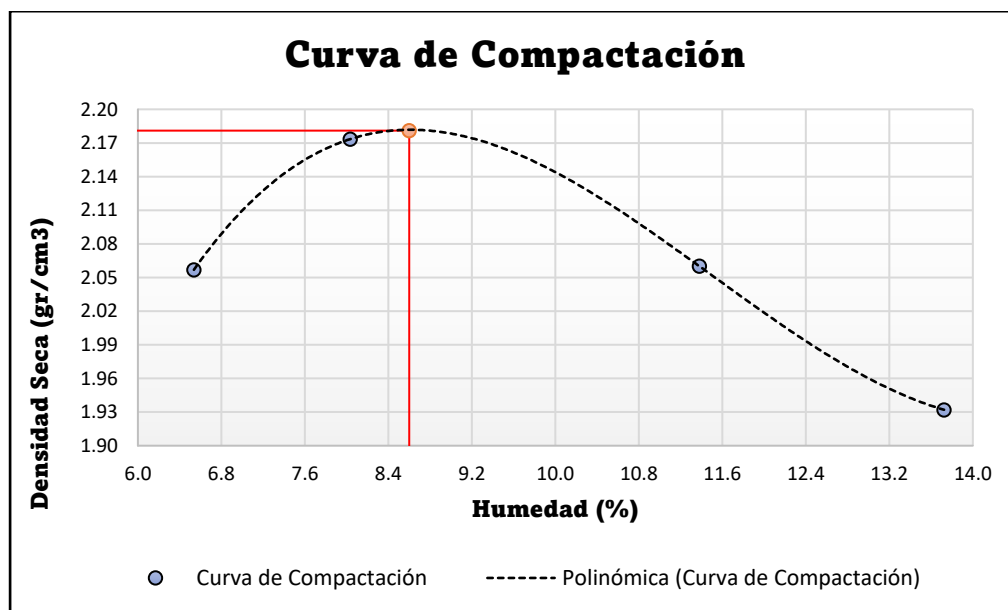


Tabla 140. Procesamiento de datos, Proctor modificado – Calicata N°07



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

| | |
|--------------------|--|
| Ensayo: | Proctor Modificado |
| Referencia: | MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado) |
| Fecha: | 14/05/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Molde | | | Método de la Compactación | Tipo C |
|-----------------------|-----------------|---------|---------------------------|--------|
| Diámetro | cm | 15.24 | N.º de Capas | 5 |
| Altura | cm | 11.64 | Molde | 6" |
| Volumen | cm ³ | 2123.31 | | |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | | |

DENSIDAD HÚMEDA

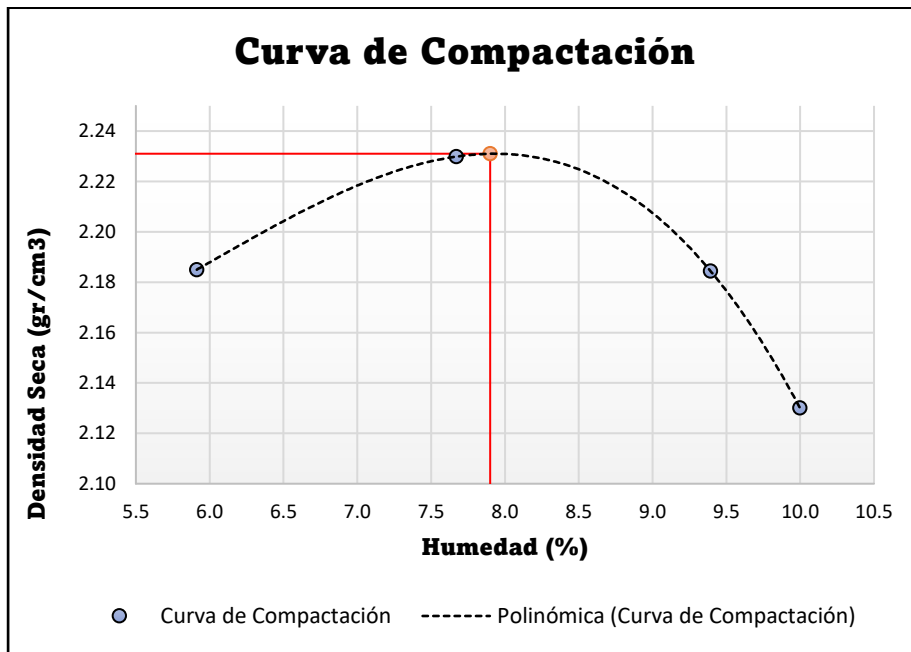
| Número de muestras | Nº | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7795.80 | 7979.90 | 7956.00 | 7857.20 |
| Peso molde | gr | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 |
| Peso suelo húmedo | gr | 4913.70 | 5097.80 | 5073.90 | 4975.10 |
| Volumen del molde | cm ³ | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm ³ | 2.31 | 2.40 | 2.39 | 2.34 |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| Recipiente | Nº | C-07 | C-08 | C-09 | C-10 | C-11 | C-12 | C-13 | C-14 | C-15 | C-16 | C-17 | C-18 |
|---------------------------------|--------------------|--------------|--------|--------|--------|--------------|--------|--------|--------------|--------|--------|--------------|--------|
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 73.760 | 80.352 | 77.206 | 69.236 | 61.472 | 95.442 | 65.004 | 73.258 | 81.633 | 92.542 | 86.837 | 87.289 |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 71.114 | 76.351 | 74.033 | 65.571 | 58.164 | 90.169 | 60.859 | 68.885 | 76.010 | 85.468 | 80.863 | 81.269 |
| Peso de la tara | gr | 18.280 | 18.300 | 18.830 | 18.170 | 17.820 | 18.250 | 19.040 | 18.100 | 18.060 | 19.020 | 18.590 | 19.270 |
| Peso de agua | gr | 2.646 | 4.001 | 3.173 | 3.665 | 3.308 | 5.273 | 4.145 | 4.373 | 5.623 | 7.074 | 5.974 | 6.020 |
| Peso de suelo seco | gr | 52.834 | 58.051 | 55.203 | 47.401 | 40.344 | 71.919 | 41.819 | 50.785 | 57.950 | 66.448 | 62.273 | 61.999 |
| Humedad | % | 5.913 | | | | 7.670 | | | 9.393 | | | 9.998 | |
| Densidad Suelo Seco | gr/cm ³ | 2.185 | | | | 2.230 | | | 2.184 | | | 2.130 | |


| | |
|---|---------------|
| Densidad Máxima Seca (gr/cm³) | 2.2310 |
| Humedad Óptima (%) | 7.9000 |

Figura 60. Gráfica de curva de compactación – Calicata N°07



4.1.2.2. Procesamiento de datos de Ensayo (CBR) de las siete calicatas

Tabla 141. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°01

|  UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | |
|--|--|
| TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023. | |
| Ensayo: | Ensayo (CBR) |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo |
| Fecha: | 10/07/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |
| DATOS PRELIMINARES | |
| Datos del Proctor Modificado | Energía de Compactación |
| Densidad seca máxima (gr/cm3) | 2.308 |
| Contenido de humedad óptimo | 6.65 |
| N° de Capas | 5 |
| Datos del Equipo de Penetración | |
| Constante del anillo de Carga | $F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN) A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09 |
| | Diámetro del pistón 49.63 mm |
| COMPACTACIÓN | |
| N° de Golpes por Capa | N° |
| Altura del molde | cm |
| Diámetro de molde | cm |
| Volumen de molde | cm3 |
| | 12 |
| | 25 |
| | 56 |
| | 17.80 |
| | 17.80 |
| | 15.24 |
| | 15.24 |
| | 2353.15 |
| | 2353.15 |
| | 2353.15 |

| | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|
| Peso de molde | gr | 6360.00 | | | 7114.70 | | | 6403.00 | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | No Saturado | | | No Saturado | | | No Saturado | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11876.20 | | | 12758.10 | | | 12148.90 | | |
| Peso de suelo húmedo | gr | 5516.20 | | | 5643.40 | | | 5745.90 | | |
| Densidad húmeda | gr/cm3 | 2.34 | | | 2.40 | | | 2.44 | | |
| Tara N° | N° | V-04 | V-05 | V-06 | B-01 | B-02 | B-03 | V-03 | V-02 | V-01 |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 117.521 | 96.973 | 116.857 | 72.175 | 59.595 | 57.564 | 118.120 | 98.013 | 116.515 |
| Tara + Suelo seco | gr | 113.348 | 93.675 | 112.595 | 67.634 | 56.392 | 54.091 | 113.274 | 94.148 | 111.838 |
| Peso de agua | gr | 4.173 | 3.298 | 4.262 | 4.541 | 3.203 | 3.473 | 4.846 | 3.865 | 4.677 |
| Peso de tara | gr | 51.532 | 46.954 | 56.004 | 12.070 | 15.690 | 11.720 | 50.080 | 44.619 | 50.220 |
| Peso de suelo seco | gr | 61.816 | 46.721 | 56.591 | 55.564 | 40.702 | 42.371 | 63.194 | 49.529 | 61.618 |
| % de humedad | % | 6.751 | 7.059 | 7.531 | 8.173 | 7.869 | 8.197 | 7.668 | 7.804 | 7.590 |
| % de humedad promedio | % | 7.114 | | | 8.080 | | | 7.687 | | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | 2.188 | | | 2.219 | | | 2.267 | | |

| Expansión | | | | | | | |
|-------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Tiempo Dia | Tiempo Hora | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) |
| 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 24 | 4.00 | 0.08 | 5.00 | 0.10 | 3.00 | 0.06 |
| 2 | 48 | 4.00 | 0.08 | 7.00 | 0.14 | 5.00 | 0.10 |
| 3 | 72 | 4.00 | 0.08 | 7.00 | 0.14 | 5.00 | 0.10 |
| 4 | 96 | 4.00 | 0.08 | 9.00 | 0.18 | 8.00 | 0.16 |

| Penetración | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|--------------|----------------------------|--|--|--|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg2) | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | | Molde N.º 03 (56) | | | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | | | |
| 0.0000 | 0 | | 0 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | | | |
| 0.0250 | 0.63 | | 5 | 15.6 | 8 | 25.21 | 14 | 44.44 | | | |
| 0.0500 | 1.27 | | 10 | 31.6 | 18 | 57.25 | 35 | 111.68 | | | |
| 0.0750 | 1.9 | | 19 | 60.5 | 32 | 102.08 | 53 | 169.27 | | | |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 33 | 105.3 10.53 | 47 | 150.08 15.01 | 70 | 223.61 22.36 | | | |
| 0.1250 | 3.17 | | 48 | 153.3 | 62 | 198.04 | 88 | 281.10 | | | |
| 0.1500 | 3.81 | | 62 | 198.0 | 80 | 255.56 | 102 | 325.78 | | | |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 85 | 271.5 18.10 | 112 | 357.68 23.85 | 136 | 434.16 28.94 | | | |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 123 | 392.7 20.67 | 165 | 526.47 27.71 | 201 | 640.88 33.73 | | | |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 153 | 488.3 21.23 | 216 | 688.49 29.93 | 272 | 865.94 37.65 | | | |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 178 | 567.8 21.84 | 260 | 827.96 31.84 | 346 | 1099.70 42.30 | | | |
| California Bearing Ratio (0.1") | CBR al 95% | | 11.13 % | | | | | | | | |
| | CBR al 100% | | 28.70 % | | | | | | | | |

Figura 61. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°01

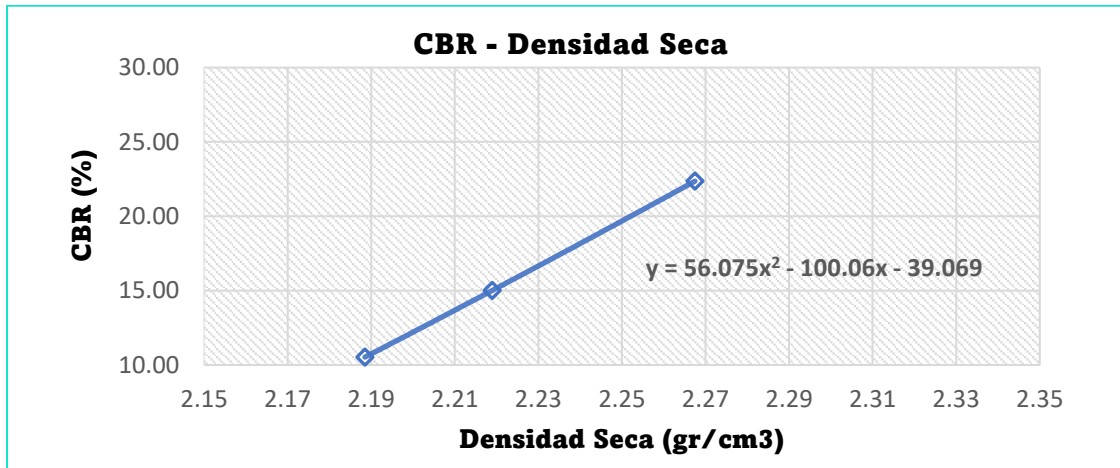


Figura 62. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°01

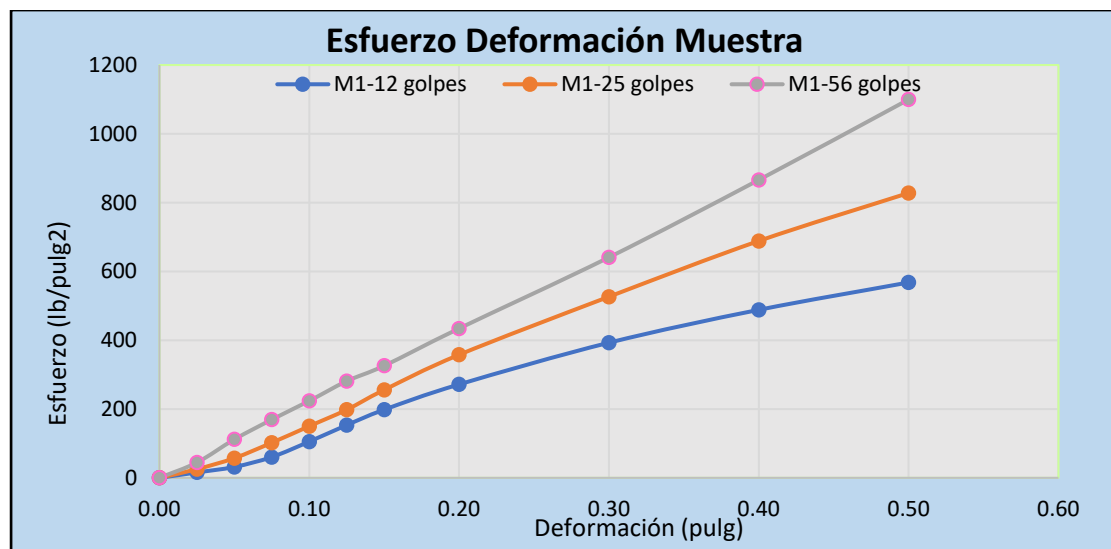


Tabla 142. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°02



Universidad
Continental

**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA
COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.**

| | |
|---------------------------|--|
| Ensayo: | Ensayo (CBR) |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo |
| Fecha: | 11/07/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |
| DATOS PRELIMINARES | |

| Datos del Proctor Modificado | | Energía de Compactación | | | Disco | | | | | |
|---------------------------------|--|-------------------------|---------|-------------|------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|
| Densidad seca máxima (gr/cm3) | 2.317 | Masa de la Pesa | 4.57 kg | N.º Capas | Espaciador | | | | | |
| Contenido de humedad óptimo | 6.80 | Altura de Caída | 45.82cm | 5 | 4.9 cm | | | | | |
| Nº de Capas | 5 | | | | | | | | | |
| Datos del Equipo de Penetración | | | | | | | | | | |
| Constante del anillo de Carga | $F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN) | | | | | Diámetro del pistón | | | | |
| | A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09 | | | | | 49.63 mm | | | | |
| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | |
| Nº de Golpes por Capa | Nº | 12 | | 25 | | 56 | | | | |
| Altura del molde | cm | 17.80 | | 17.80 | | 17.80 | | | | |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | | 15.24 | | 15.24 | | | | |
| Volumen de molde | cm3 | 2353.15 | | 2353.15 | | 2353.15 | | | | |
| Peso de molde | gr | 5963.30 | | 7098.70 | | 6228.90 | | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | No Saturado | | No Saturado | | No Saturado | | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11225.80 | | 12572.50 | | 11915.30 | | | | |
| Peso de suelo húmedo | gr | 5262.50 | | 5473.80 | | 5686.40 | | | | |
| Densidad húmeda | gr/cm3 | 2.24 | | 2.33 | | 2.42 | | | | |
| Tara N° | N° | C-07 | C-08 | C-09 | C-04 | C-05 | C-06 | C-01 | C-02 | C-03 |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 72.255 | 72.327 | 68.640 | 77.954 | 82.238 | 75.596 | 66.905 | 78.095 | 63.162 |
| Tara + Suelo seco | gr | 69.587 | 68.646 | 65.901 | 74.187 | 78.315 | 72.248 | 63.982 | 74.889 | 60.862 |
| Peso de agua | gr | 2.668 | 3.681 | 2.739 | 3.767 | 3.923 | 3.348 | 2.923 | 3.206 | 2.300 |
| Peso de tara | gr | 18.280 | 18.300 | 18.830 | 18.200 | 17.660 | 18.020 | 18.470 | 19.420 | 18.470 |
| Peso de suelo seco | gr | 51.307 | 50.346 | 47.071 | 55.987 | 60.655 | 54.228 | 45.512 | 55.469 | 42.392 |
| % de humedad | % | 5.200 | 7.311 | 5.819 | 6.728 | 6.468 | 6.174 | 6.422 | 5.780 | 5.426 |
| % de humedad promedio | % | 6.110 | | 6.457 | | 5.876 | | | | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | 2.108 | | 2.185 | | 2.282 | | | | |

| Expansión | | | | | | | |
|------------|-------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Tiempo Dia | Tiempo Hora | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) |
| 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 24 | 19.00 | 0.37 | 42.00 | 0.83 | 17.00 | 0.33 |
| 2 | 48 | 20.00 | 0.39 | 42.00 | 0.83 | 22.00 | 0.43 |
| 3 | 72 | 21.00 | 0.41 | 42.00 | 0.83 | 25.00 | 0.49 |
| 4 | 96 | 21.50 | 0.42 | 42.00 | 0.83 | 26.00 | 0.51 |

| Penetración | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------------|---------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------|--------------------------|------------|---------------|--------------|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg2) | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | | Molde N.º 03 (56) | | | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | | | |
| 0.0000 | 0 | | 0 | 0.0 | 0 | 0.00 | | 0 | 0.00 | | |
| 0.0250 | 0.63 | | 5.5 | 17.2 | 6 | 18.80 | | 7 | 22.01 | | |
| 0.0500 | 1.27 | | 10 | 31.6 | 12 | 38.03 | | 22 | 70.06 | | |
| 0.0750 | 1.9 | | 16 | 50.8 | 20 | 63.66 | | 45 | 143.68 | | |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 22 | 70.1 | 7.01 | 35 | 111.68 | 11.17 | 79 | 252.36 | 25.24 |
| 0.1250 | 3.17 | | 28 | 89.3 | | 42 | 134.08 | | 108 | 344.92 | |
| 0.1500 | 3.81 | | 32 | 102.1 | | 49 | 156.48 | | 134 | 427.79 | |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 42 | 134.1 | 8.94 | 60 | 191.65 | 12.78 | 173 | 551.91 | 36.79 |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 58 | 185.3 | 9.75 | 83 | 265.14 | 13.95 | 229 | 729.73 | 38.41 |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 71 | 226.8 | 9.86 | 95 | 303.44 | 13.19 | 274 | 872.27 | 37.92 |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 77 | 246.0 | 9.46 | 110 | 351.30 | 13.51 | 322 | 1023.98 | 39.38 |

| | | |
|--|--------------------|----------------|
| California Bearing Ratio (0.1") | CBR al 95% | 12.81 % |
| | CBR al 100% | 32.61 % |

Figura 63. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°02

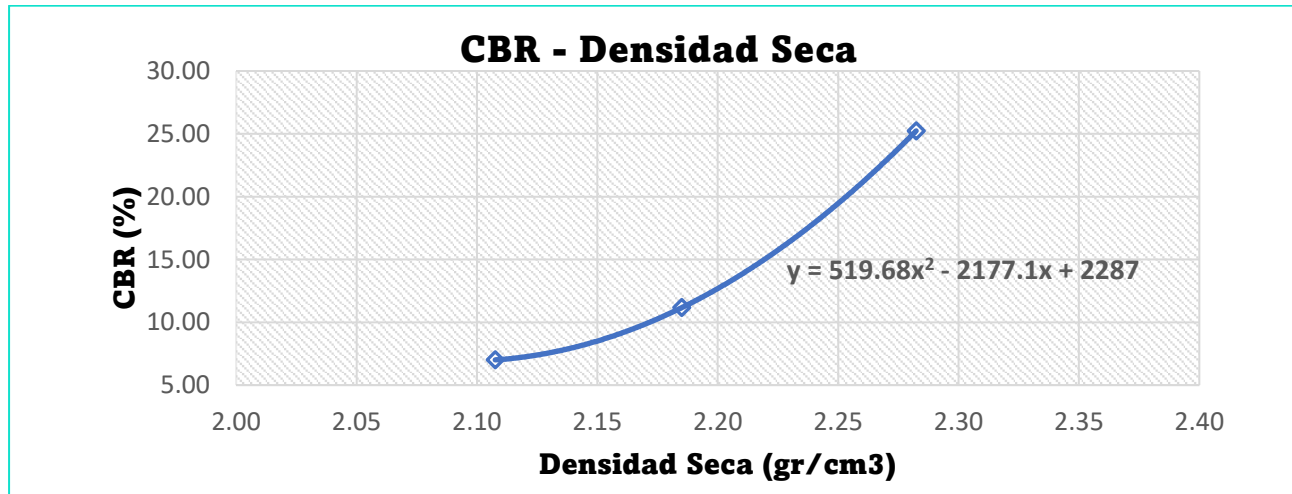


Figura 64. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°02

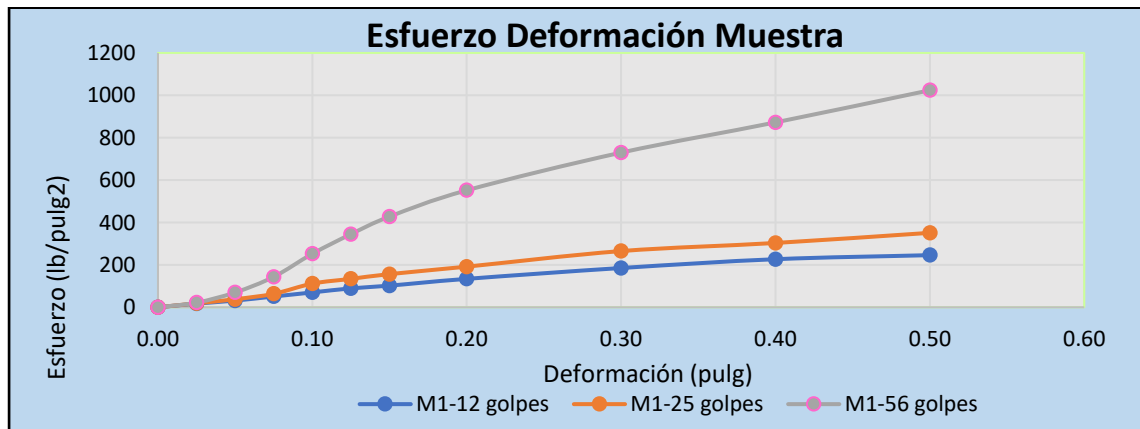



Tabla 143. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°03

| | | | | |
|---|--|--------------------------------|--------------------|---------------------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | |
| Ensayo: | Ensayo (CBR) | | | |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo | | | |
| Fecha: | 12/07/2023 | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | |
| DATOS PRELIMINARES | | | | |
| Datos del Proctor Modificado | | Energía de Compactación | | Disco |
| Densidad seca máxima (gr/cm3) | 2.224 | Espaciador | 4.57 kg | N.º Capas |
| Contenido de humedad óptimo | 8.4 | 4.9 cm | 45.82cm | 5 |
| Nº de Capas | 5 | | | Espaciador |
| | | | | 4.9 cm |
| Datos del Equipo de Penetración | | | | |
| Constante del anillo de Carga | $F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN) | | | Diámetro del pistón |
| | A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09 | | | 49.63 mm |
| COMPACTACIÓN | | | | |
| Nº de Golpes por Capa | Nº | 12 | 25 | 56 |
| Altura del molde | cm | 17.80 | 17.80 | 17.80 |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | 15.24 | 15.24 |
| Volumen de molde | cm3 | 2353.15 | 2353.15 | 2353.15 |
| Peso de molde | gr | 5963.30 | 7098.70 | 6228.90 |
| CONDICION DE LA MUESTRA | No Saturado | | No Saturado | No Saturado |

| | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------------|--------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11385.00 | | 12749.30 | | 12181.70 | | | | |
| Peso de suelo húmedo | gr | 5421.70 | | 5650.60 | | 5952.80 | | | | |
| Densidad húmeda | gr/cm3 | 2.30 | | 2.40 | | 2.53 | | | | |
| Tara N° | N° | B-07 | B-12 | B-11 | B-06 | B-01 | B-02 | B-03 | B-05 | B-10 |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 67.880 | 65.399 | 56.339 | 82.472 | 75.935 | 73.832 | 75.115 | 83.082 | 79.752 |
| Tara + Suelo seco | gr | 63.353 | 61.294 | 52.285 | 75.760 | 70.178 | 68.514 | 69.062 | 76.771 | 74.065 |
| Peso de agua | gr | 4.527 | 4.105 | 4.054 | 6.712 | 5.757 | 5.318 | 6.053 | 6.311 | 5.687 |
| Peso de tara | gr | 15.810 | 15.830 | 14.530 | 15.400 | 12.070 | 15.690 | 11.720 | 15.720 | 15.510 |
| Peso de suelo seco | gr | 47.543 | 45.464 | 37.755 | 60.360 | 58.108 | 52.824 | 57.342 | 61.051 | 58.555 |
| % de humedad | % | 9.522 | 9.029 | 10.738 | 11.120 | 9.907 | 10.067 | 10.556 | 10.337 | 9.712 |
| % de humedad promedio | % | 9.763 | | 10.365 | | 10.202 | | | | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | 2.099 | | 2.176 | | 2.296 | | | | |

| | | Expansión | | | | | |
|-------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Tiempo Dia | Tiempo Hora | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) |
| 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 24 | 3.00 | 0.06 | 6.00 | 0.12 | 7.00 | 0.14 |
| 2 | 48 | 5.00 | 0.10 | 9.00 | 0.18 | 11.00 | 0.22 |
| 3 | 72 | 5.00 | 0.10 | 9.00 | 0.18 | 11.00 | 0.22 |
| 4 | 96 | 5.00 | 0.10 | 9.00 | 0.18 | 11.00 | 0.22 |

| Penetración | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------|-------------------|-----------------------------|--------------|-------------------|-----------------------------|--------------|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg2) | Molde N.º 01 (12) | | | Molde N.º 02 (25) | | | Molde N.º 03 (56) | | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | |
| 0.0000 | 0 | | 0 | 0.0 | | 0 | 0.00 | | 0 | 0.00 | |
| 0.0250 | 0.63 | | 4 | 12.4 | | 7 | 22.01 | | 11 | 34.83 | |
| 0.0500 | 1.27 | | 8 | 25.2 | | 12 | 38.03 | | 23 | 73.27 | |
| 0.0750 | 1.9 | | 12 | 38.0 | | 20 | 63.66 | | 37 | 118.09 | |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 17 | 54.0 | 5.40 | 29 | 92.48 | 9.25 | 51 | 162.87 | 16.29 |
| 0.1250 | 3.17 | | 22 | 70.1 | | 40 | 127.69 | | 62 | 198.04 | |
| 0.1500 | 3.81 | | 27 | 86.1 | | 49 | 156.48 | | 78 | 249.17 | |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 38 | 121.3 | 8.09 | 68 | 217.22 | 14.48 | 104 | 332.16 | 22.14 |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 65 | 207.6 | 10.93 | 101 | 322.59 | 16.98 | 145 | 462.83 | 24.36 |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 89 | 284.3 | 12.36 | 125 | 399.12 | 17.35 | 175 | 558.27 | 24.27 |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 114 | 364.1 | 14.00 | 149 | 475.56 | 18.29 | 204 | 650.41 | 25.02 |
| California Bearing Ratio (0.1") | CBR al 95% | | 6.05 % | | | | | | | | |
| | CBR al 100% | | 11.93 % | | | | | | | | |

Figura 65. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°03

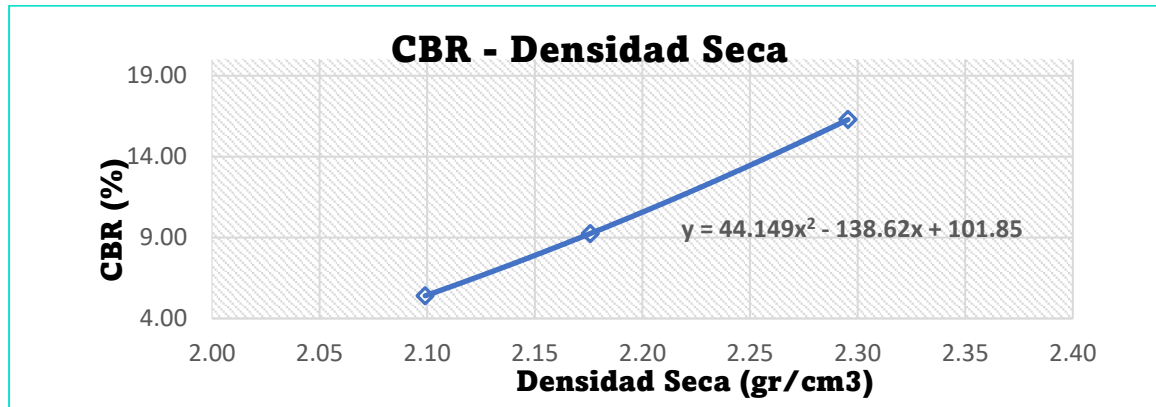


Figura 66. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°03

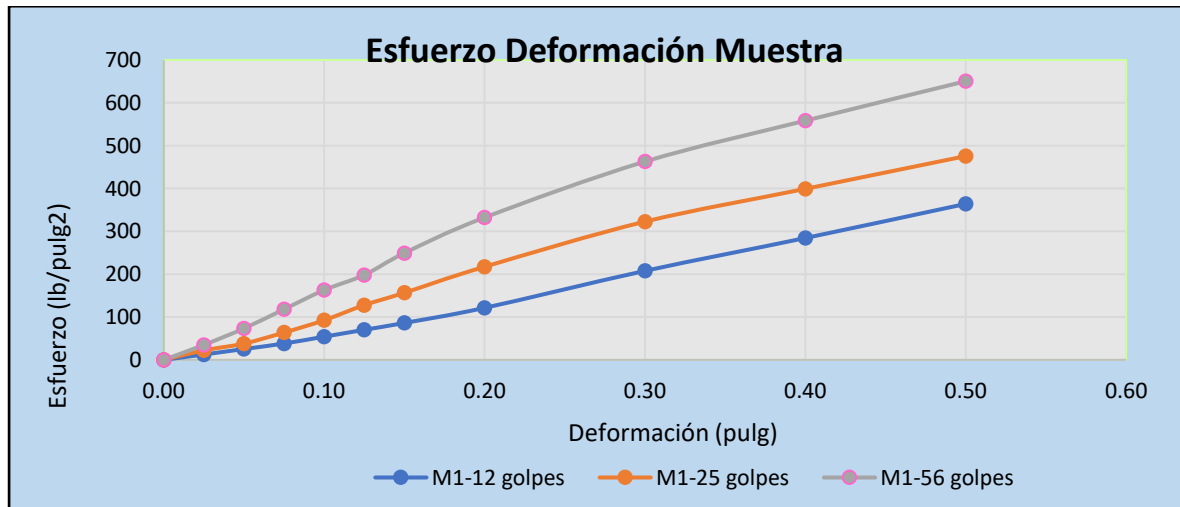


Tabla 144. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°04

| | | | | | |
|--|--|--|---------|----------------------------|--|
|  <p>Universidad Continental</p> | | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| | | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | |
| Ensayo: | Ensayo (CBR) | | | | |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo | | | | |
| Fecha: | 13/07/2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| DATOS PRELIMINARES | | | | | |
| Datos del Proctor Modificado | | Energía de Compactación | | Disco | |
| Densidad seca máxima (gr/cm3) | 2.2805 | Masa de la Pesa | 4.57 kg | N.º Capas | |
| Contenido de humedad óptimo | 6.2 | Altura de Caída | 45.82cm | 5 | |
| Nº de Capas | 5 | | | 4.9 cm | |
| Datos del Equipo de Penetración | | | | | |
| Constante del anillo de Carga | $F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN) | | | Diámetro del pistón | |
| | A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09 | | | 49.63 mm | |
| COMPACTACIÓN | | | | | |
| Nº de Golpes por Capa | Nº | 12 | 25 | 56 | |
| Altura del molde | cm | 17.80 | 17.80 | 17.80 | |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | 15.24 | 15.24 | |
| Volumen de molde | cm3 | 2353.15 | 2353.15 | 2353.15 | |
| Peso de molde | gr | 6360.00 | 6403.00 | 7114.70 | |

| CONDICION DE LA MUESTRA | | No Saturado | | | | No Saturado | | | No Saturado | | |
|---------------------------|--------|-------------|--------|--------|--------|-------------|--------|--------|-------------|--------|--|
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11448.10 | | | | 11815.5 | | | 12928.30 | | |
| Peso de suelo húmedo | gr | 5088.10 | | | | 5412.50 | | | 5813.60 | | |
| Densidad húmeda | gr/cm3 | 2.16 | | | | 2.30 | | | 2.47 | | |
| Tara N° | N° | C-16 | C-17 | C-18 | C-13 | C-14 | C-15 | C-10 | C-11 | C-12 | |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 73.040 | 78.570 | 73.196 | 65.226 | 76.694 | 78.456 | 63.459 | 63.592 | 74.094 | |
| Tara + Suelo seco | gr | 69.086 | 75.263 | 70.160 | 61.551 | 73.145 | 74.786 | 61.039 | 61.132 | 71.214 | |
| Peso de agua | gr | 3.954 | 3.307 | 3.036 | 3.675 | 3.549 | 3.670 | 2.420 | 2.460 | 2.880 | |
| Peso de tara | gr | 19.020 | 18.590 | 19.270 | 19.040 | 18.100 | 18.060 | 18.170 | 17.820 | 18.250 | |
| Peso de suelo seco | gr | 50.066 | 56.673 | 50.890 | 42.511 | 55.045 | 56.726 | 42.869 | 43.312 | 52.964 | |
| % de humedad | % | 7.898 | 5.835 | 5.966 | 8.645 | 6.447 | 6.470 | 5.645 | 5.680 | 5.438 | |
| % de humedad promedio | % | 6.566 | | | | 7.187 | | | 5.587 | | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | 2.029 | | | | 2.146 | | | 2.340 | | |

| Expansión | | | | | | | |
|------------|------------|-------------------|------------------|-------------------|---------|-------------------|---------|
| Tiempo Dia | Tiempo Dia | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura |
| 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 24 | 21.00 | 0.41 | 29.00 | 0.57 | 34.00 | 0.67 |
| 2 | 48 | 22.50 | 0.44 | 30.00 | 0.59 | 35.00 | 0.69 |
| 3 | 72 | 23.00 | 0.45 | 31.00 | 0.61 | 36.00 | 0.71 |
| 4 | 96 | 24.00 | 0.47 | 32.00 | 0.63 | 37.00 | 0.73 |

| Penetración | | | | |
|-------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Pulgada | Milímetro | Molde N.º 01 (12) | Molde N.º 02 (25) | Molde N.º 03 (56) |

| | | Presión patrón (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) |
|--|--------------------|------------------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|-----------------------------|--------------|-----------------------------|
| 0.0000 | 0 | | 0 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 0.0250 | 0.63 | | 1.5 | 4.4 | 3 | 9.19 | 5 | 15.60 |
| 0.0500 | 1.27 | | 4 | 12.4 | 7 | 22.01 | 10 | 31.62 |
| 0.0750 | 1.9 | | 5 | 15.6 | 10 | 31.62 | 15 | 47.64 |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 7 | 22.0 2.20 | 15 | 47.64 4.76 | 22 | 70.06 7.01 |
| 0.1250 | 3.17 | | 9.5 | 30.0 | 22 | 70.06 | 35 | 111.68 |
| 0.1500 | 3.81 | | 11 | 34.8 | 30 | 95.68 | 51 | 162.87 |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 14 | 44.4 2.96 | 47 | 150.08 10.01 | 78 | 249.17 16.61 |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 20 | 63.7 3.35 | 73 | 233.20 12.27 | 125 | 399.12 21.01 |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 24 | 76.5 3.32 | 95 | 303.44 13.19 | 161 | 513.75 22.34 |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 29 | 92.5 3.56 | 110 | 351.30 13.51 | 195 | 621.83 23.92 |
| California Bearing Ratio (0.1") | CBR al 95% | | 5.12 % | | | | | |
| | CBR al 100% | | 6.59 % | | | | | |

Figura 67. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°04

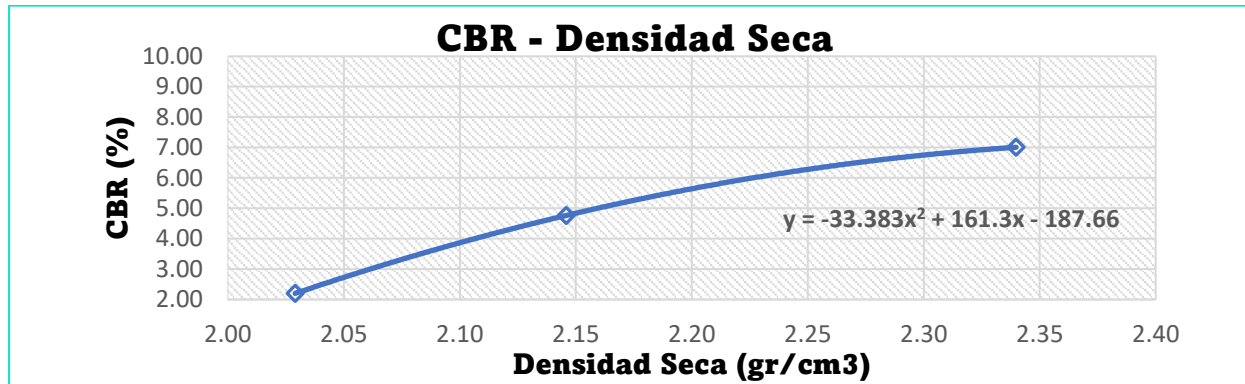


Figura 68. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°04

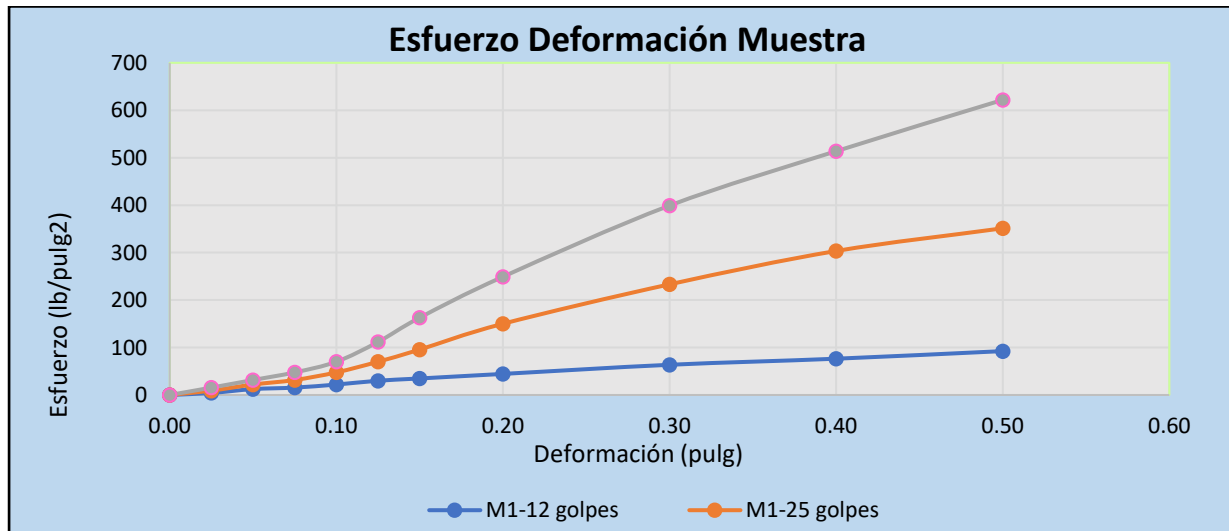


Tabla 145. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°05



Universidad
Continental

**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA
COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.**

| | | | |
|--|--|--------------------------------|--|
| Ensayo: | Ensayo (CBR) | | |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo | | |
| Fecha: | 14/07/2023 | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | |
| DATOS PRELIMINARES | | | |
| Datos del Proctor Modificado | | Energía de Compactación | |
| Densidad seca máxima (gr/cm3) | 2.252 | Masa de la Pesa | 4.57 kg |
| Contenido de humedad óptimo | 6.1 | Altura de Caída | 45.82cm |
| N° de Capas | 5 | N.º Capas | 5 |
| | | Disco Espaciador | 4.9 cm |
| Datos del Equipo de Penetración | | | |
| Constante del anillo de Carga | $F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN) A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09 | | Diámetro del pistón 49.63 mm |
| COMPACTACIÓN | | | |
| N° de Golpes por Capa | N° | 12 | 25 |
| Altura del molde | cm | 17.80 | 17.80 |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | 15.24 |
| Volumen de molde | cm3 | 2353.15 | 2353.15 |
| Peso de molde | gr | 6228.90 | 7098.70 |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | No Saturado | No Saturado |
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11246.00 | 12324.40 |
| Peso de suelo húmedo | gr | 5017.10 | 5225.70 |
| | | | 5461.30 |

| Densidad húmeda | gr/cm3 | 2.13 | | | | | 2.22 | | | 2.32 | |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Tara N° | N° | C-07 | C-08 | C-09 | C-04 | C-05 | C-06 | C-01 | C-02 | C-03 | |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 60.487 | 71.323 | 72.399 | 75.872 | 73.256 | 74.168 | 63.904 | 64.587 | 83.140 | |
| Tara + Suelo seco | gr | 58.237 | 68.576 | 69.426 | 72.681 | 70.032 | 70.624 | 61.196 | 62.009 | 79.376 | |
| Peso de agua | gr | 2.250 | 2.747 | 2.973 | 3.191 | 3.224 | 3.544 | 2.708 | 2.578 | 3.764 | |
| Peso de tara | gr | 18.280 | 18.300 | 18.830 | 18.200 | 17.660 | 18.020 | 18.470 | 19.420 | 18.140 | |
| Peso de suelo seco | gr | 39.957 | 50.276 | 50.596 | 54.481 | 52.372 | 52.604 | 42.726 | 42.589 | 61.236 | |
| % de humedad | % | 5.631 | 5.464 | 5.876 | 5.857 | 6.156 | 6.737 | 6.338 | 6.053 | 6.147 | |
| % de humedad promedio | % | 5.657 | | | | | 6.250 | | | 6.179 | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | 2.018 | | | | | 2.090 | | | 2.186 | |

| | | Expansión | | | | | |
|------------|------------|-------------------|------------------|-------------------|---------|-------------------|---------|
| Tiempo Dia | Tiempo Dia | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura |
| 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 1 | 24 | 26 | 0.51 | 17 | 0.33 | 55 | 1.08 |
| 2 | 48 | 27 | 0.53 | 17 | 0.33 | 57 | 1.12 |
| 3 | 72 | 27 | 0.53 | 18 | 0.35 | 57 | 1.12 |
| 4 | 96 | 28 | 0.55 | 19 | 0.37 | 58 | 1.14 |

| Penetración | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------|-------------------|-----------------------------|-------------|-------------------|-----------------------------|--------------|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg2) | Molde N.º 01 (12) | | | Molde N.º 02 (25) | | | Molde N.º 03 (56) | | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | |
| 0.0000 | 0 | | 0 | 0.0 | | 0 | 0.00 | | 0 | 0.00 | |
| 0.0250 | 0.63 | | 1.5 | 4.4 | | 2 | 5.98 | | 1.5 | 4.38 | |
| 0.0500 | 1.27 | | 3 | 9.2 | | 5 | 15.60 | | 6 | 18.80 | |
| 0.0750 | 1.9 | | 5 | 15.6 | | 8 | 25.21 | | 11 | 34.83 | |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 7 | 22.0 | 2.20 | 12 | 38.03 | 3.80 | 16 | 50.85 | 5.08 |
| 0.1250 | 3.17 | | 10.5 | 33.2 | | 22 | 70.06 | | 26 | 82.87 | |
| 0.1500 | 3.81 | | 11.5 | 36.4 | | 31 | 98.88 | | 39 | 124.49 | |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 15 | 47.6 | 3.18 | 45 | 143.68 | 9.58 | 67 | 214.02 | 14.27 |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 23 | 73.3 | 3.86 | 73 | 233.20 | 12.27 | 119 | 379.99 | 20.00 |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 31 | 98.9 | 4.30 | 102 | 325.78 | 14.16 | 156 | 497.84 | 21.65 |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 40 | 127.7 | 4.91 | 126 | 402.31 | 15.47 | 194 | 618.65 | 23.79 |
| California Bearing Ratio (0.1") | CBR al 95% | | 4.58 % | | | | | | | | |
| | CBR al 100% | | 5.41 % | | | | | | | | |

Figura 69. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°05

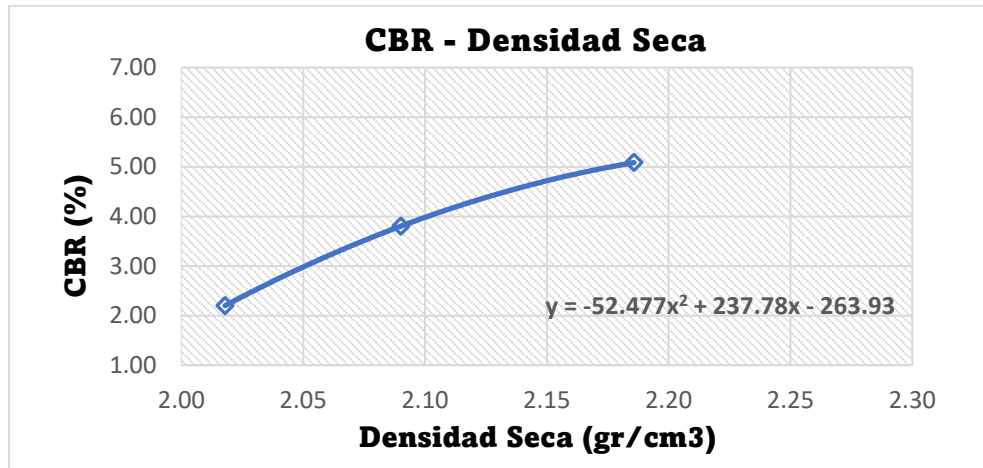


Figura 70. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°05

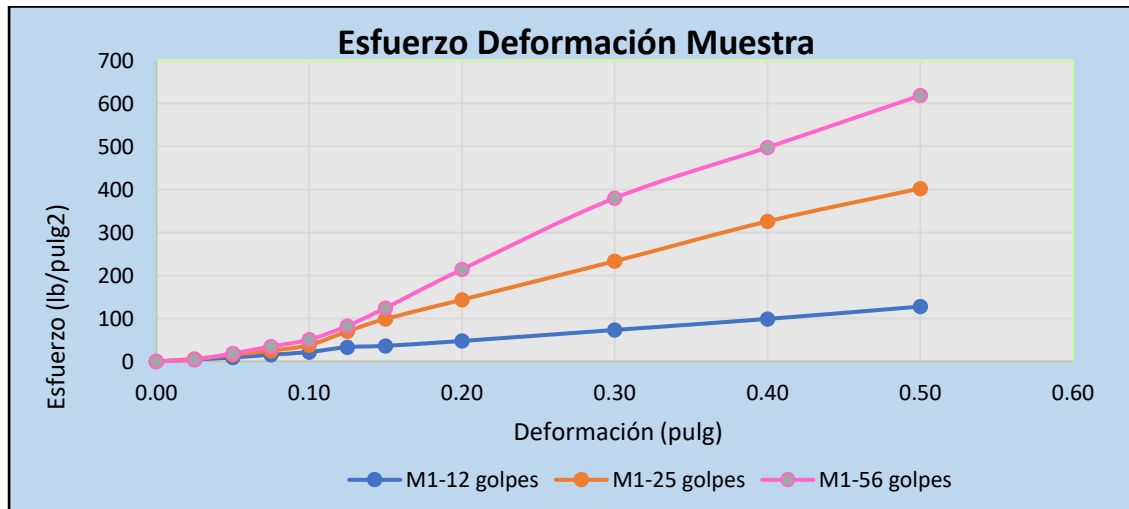



Tabla 146. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°06

| | | | | |
|---|--|--------------------------------|--------------------|----------------------------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023. | | | |
| Ensayo: | Ensayo (CBR) | | | |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo | | | |
| Fecha: | 15/07/2023 | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | |
| DATOS PRELIMINARES | | | | |
| Datos del Proctor Modificado | | Energía de Compactación | | Disco |
| Densidad seca máxima (gr/cm3) | 2.181 | Masa de la Pesa | 4.57 kg | N.º Capas |
| Contenido de humedad óptimo | 8.6 | Altura de Caída | 45.82cm | Espaciador |
| Nº de Capas | 5 | | 5 | 4.9 cm |
| Datos del Equipo de Penetración | | | | |
| Constante del anillo de Carga (KN) | $F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09 | | | Diámetro del pistón |
| | | | | 49.63 mm |
| COMPACTACIÓN | | | | |
| Nº de Golpes por Capa | # | 12 | 25 | 56 |
| Altura del molde | cm | 17.80 | 17.80 | 17.80 |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | 15.24 | 15.24 |
| Volumen de molde | cm3 | 2353.15 | 2353.15 | 2353.15 |
| Peso de molde | gr | 6360.00 | 6403.00 | 7114.70 |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | No Saturado | No Saturado | No Saturado |
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11214.50 | 11474.80 | 12520.10 |

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--|
| Peso de suelo húmedo | gr | 4854.50 | | | | | 5071.80 | | | 5405.40 | |
| Densidad húmeda | gr/cm3 | 2.06 | | | | | 2.16 | | | 2.30 | |
| Tara N° | N° | C-07 | C-08 | C-09 | C-04 | C-05 | C-06 | C-01 | C-02 | C-03 | |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 71.384 | 72.482 | 71.295 | 76.626 | 68.380 | 75.419 | 75.455 | 80.820 | 85.480 | |
| Tara + Suelo seco | gr | 67.326 | 68.110 | 66.678 | 71.770 | 64.185 | 71.445 | 71.915 | 75.910 | 79.646 | |
| Peso de agua | gr | 4.058 | 4.372 | 4.617 | 4.856 | 4.195 | 3.974 | 3.540 | 4.910 | 5.834 | |
| Peso de tara | gr | 18.280 | 18.300 | 18.830 | 18.200 | 17.660 | 18.020 | 18.470 | 19.420 | 18.140 | |
| Peso de suelo seco | gr | 49.046 | 49.810 | 47.848 | 53.570 | 46.525 | 53.425 | 53.445 | 56.490 | 61.506 | |
| % de humedad | % | 8.274 | 8.777 | 9.649 | 9.065 | 9.017 | 7.438 | 6.624 | 8.692 | 9.485 | |
| % de humedad promedio | % | 8.900 | | | | | 8.507 | | | 8.267 | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | 1.894 | | | | | 1.986 | | | 2.122 | |

| | | Expansión | | | | | |
|-------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Tiempo Dia | Tiempo Hora | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) |
| 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 24 | 25.00 | 0.49 | 31.00 | 0.61 | 34.00 | 0.67 |
| 2 | 48 | 26.50 | 0.52 | 32.00 | 0.63 | 36.00 | 0.71 |
| 3 | 72 | 29.50 | 0.58 | 33.00 | 0.65 | 40.00 | 0.79 |
| 4 | 96 | 30.00 | 0.59 | 34.00 | 0.67 | 41.00 | 0.81 |

| | | Penetración | | | | | | |
|----------------|------------------|----------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg2) | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) |
| 0.0000 | 0 | | 0 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 0.0250 | 0.63 | | 6 | 18.8 | 5.5 | 17.20 | 8 | 25.21 |
| 0.0500 | 1.27 | | 10 | 31.6 | 17 | 54.05 | 21 | 66.86 |

| | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------------|-------------|-----------|--------------|-------------|------------|---------------|--------------|------------|---------------|--------------|
| 0.0750 | 1.9 | | 14 | 44.4 | | 27 | 86.07 | | 39 | 124.49 | |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 18 | 57.3 | 5.73 | 41 | 130.88 | 13.09 | 57 | 182.06 | 18.21 |
| 0.1250 | 3.17 | | 22 | 70.1 | | 55 | 175.67 | | 74 | 236.39 | |
| 0.1500 | 3.81 | | 25 | 79.7 | | 71 | 226.81 | | 89 | 284.29 | |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 32 | 102.1 | 6.81 | 101 | 322.59 | 21.51 | 115 | 367.24 | 24.48 |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 40 | 127.7 | 6.72 | 146 | 466.01 | 24.53 | 175 | 558.27 | 29.38 |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 50 | 159.7 | 6.94 | 167 | 532.83 | 23.17 | 217 | 691.67 | 30.07 |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 57 | 182.1 | 7.00 | 189 | 602.77 | 23.18 | 261 | 831.12 | 31.97 |

| | | |
|--|--------------------|----------------|
| California Bearing Ratio (0.1") | CBR al 95% | 17.12 % |
| | CBR al 100% | 18.30 % |

Figura 71. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°06

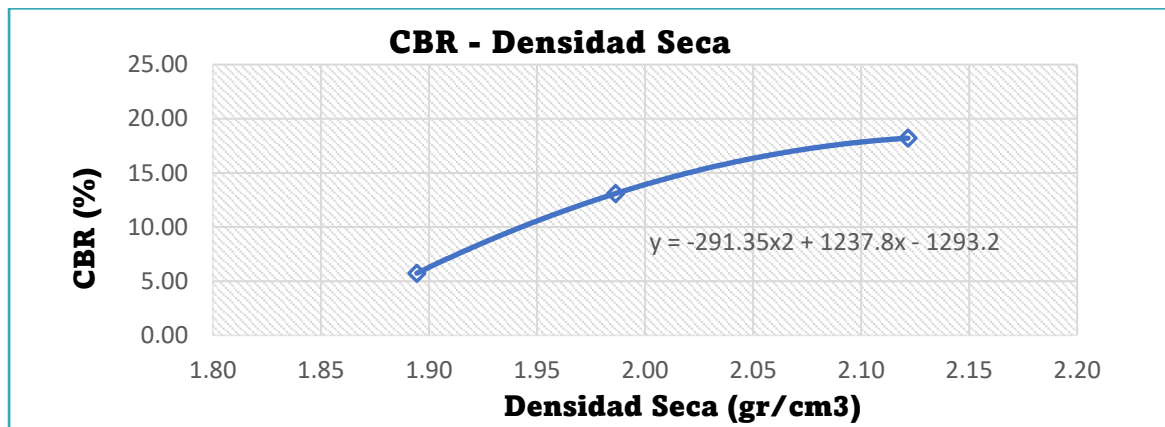


Figura 72. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°06

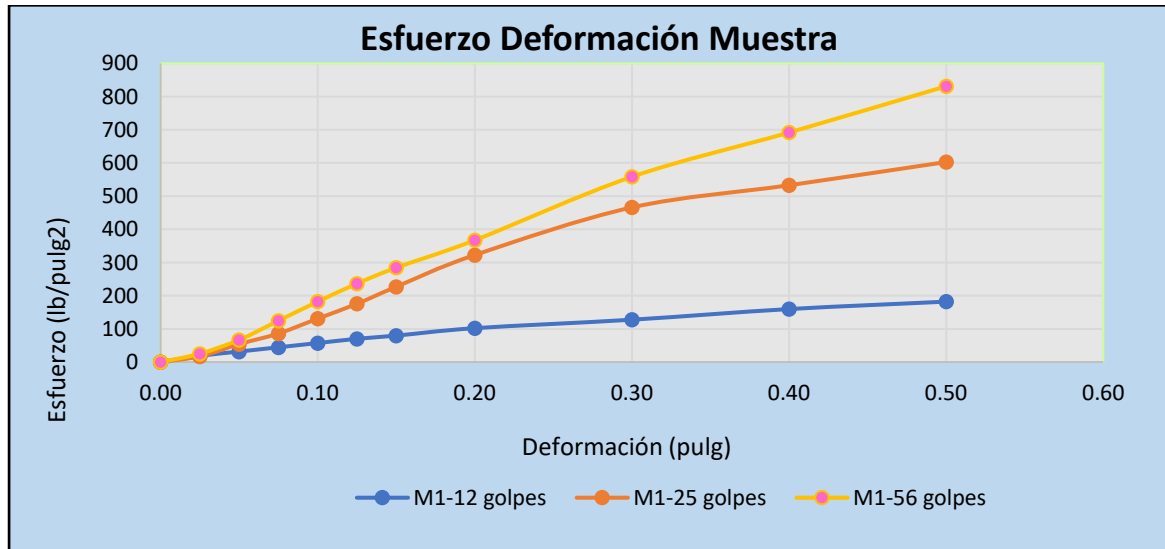


Tabla 147. Procesamiento de datos, CBR – Calicata N°07

**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

| | |
|--------------------|-------------------------|
| Ensayo: | Ensayo (CBR) |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo |
| Fecha: | 16/07/2023 |

| | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|-------------------|--------------------|-------------|----------------------------|----------|
| Tesista: | | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | | | | | | |
| DATOS PRELIMINARES | | | | | | | | | | | |
| Datos del Proctor Modificado | | | Energía de Compactación | | | | | Disco | | | |
| Densidad seca máxima (gr/cm3) | 2.231 | | Masa de la Pesa | 4.57 kg | N.º Capas | | Espaciador | | | | |
| Contenido de humedad óptimo | 7.9 | | Altura de Caída | 45.82cm | 5 | 4.9 cm | | | | | |
| Nº de Capas | 5 | | | | | | | | | | |
| Datos del Equipo de Penetración | | | | | | | | | | | |
| Constante del anillo de Carga | $F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN) A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09 | | | | | | | | | Diámetro del pistón | |
| | | | | | | | | | | | 49.63 mm |
| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | |
| Nº de Golpes por Capa | # | 12 | | | 25 | | | 56 | | | |
| Altura del molde | cm | 17.80 | | | 17.80 | | | 17.80 | | | |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | | | 15.24 | | | 15.24 | | | |
| Volumen de molde | cm3 | 2353.15 | | | 2353.15 | | | 2353.15 | | | |
| Peso de molde | gr | 6228.90 | | | 7099.80 | | | 5963.30 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | No Saturado | | | No Saturado | | | No Saturado | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11209.40 | | | 12420.20 | | | 11485.00 | | | |
| Peso de suelo húmedo | gr | 4980.50 | | | 5320.40 | | | 5521.70 | | | |
| Densidad húmeda | gr/cm3 | 2.12 | | | 2.26 | | | 2.35 | | | |
| Tara Nº | Nº | C-07 | C-08 | C-09 | C-04 | C-05 | C-06 | C-01 | C-02 | C-03 | |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 81.461 | 77.319 | 69.085 | 74.041 | 76.939 | 68.858 | 74.694 | 81.110 | 66.899 | |
| Tara + Suelo seco | gr | 76.803 | 73.270 | 65.118 | 70.138 | 72.936 | 65.018 | 70.667 | 77.267 | 63.778 | |
| Peso de agua | gr | 4.658 | 4.049 | 3.967 | 3.903 | 4.003 | 3.840 | 4.027 | 3.843 | 3.121 | |
| Peso de tara | gr | 18.280 | 18.300 | 18.830 | 18.280 | 17.660 | 18.020 | 18.470 | 19.420 | 18.140 | |
| Peso de suelo seco | gr | 58.523 | 54.970 | 46.288 | 51.858 | 55.276 | 46.998 | 52.197 | 57.847 | 45.638 | |
| % de humedad | % | 7.959 | 7.366 | 8.570 | 7.526 | 7.242 | 8.171 | 7.715 | 6.643 | 6.839 | |
| % de humedad promedio | % | 7.965 | | | 7.646 | | | 7.066 | | | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | 1.960 | | | 2.100 | | | 2.192 | | | |

| Expansión | | | | | | | |
|------------|-------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Tiempo Dia | Tiempo Hora | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) |
| 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 24 | 11.00 | 0.22 | 5.00 | 0.10 | 20.00 | 0.39 |
| 2 | 48 | 11.00 | 0.22 | 6.00 | 0.12 | 21.00 | 0.41 |
| 3 | 72 | 11.50 | 0.23 | 7.00 | 0.14 | 21.00 | 0.41 |
| 4 | 96 | 12.00 | 0.24 | 7.00 | 0.14 | 21.00 | 0.41 |

| Penetración | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------------|---------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------|--------------------------|------------|---------------|--------------|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg2) | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | | Molde N.º 03 (56) | | | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | | | |
| 0.0000 | 0 | | 0 | 0.0 | 0 | 0.00 | | 0 | 0.00 | | |
| 0.0250 | 0.63 | | 3 | 9.2 | 8 | 25.21 | | 10 | 31.62 | | |
| 0.0500 | 1.27 | | 8 | 25.2 | 25 | 79.67 | | 42 | 134.08 | | |
| 0.0750 | 1.9 | | 13 | 41.2 | 53 | 169.27 | | 76 | 242.78 | | |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 18 | 57.3 | 5.73 | 75 | 239.58 | 23.96 | 110 | 351.30 | 35.13 |
| 0.1250 | 3.17 | | 20 | 63.7 | 91 | 290.68 | | 150 | 478.74 | | |
| 0.1500 | 3.81 | | 26 | 82.9 | 108 | 344.92 | | 184 | 586.88 | | |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 33 | 105.3 | 7.02 | 132 | 421.42 | 28.09 | 249 | 793.12 | 52.87 |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 43 | 137.3 | 7.23 | 172 | 548.73 | 28.88 | 344 | 1093.39 | 57.55 |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 55 | 175.7 | 7.64 | 205 | 653.58 | 28.42 | 407 | 1291.76 | 56.16 |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 63 | 201.2 | 7.74 | 236 | 751.92 | 28.92 | 461 | 1461.32 | 56.20 |

| | | |
|---------------------------------|-------------|---------|
| California Bearing Ratio (0.1") | CBR al 95% | 26.34 % |
| | CBR al 100% | 39.77 % |

Figura 73. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Calicata N°07

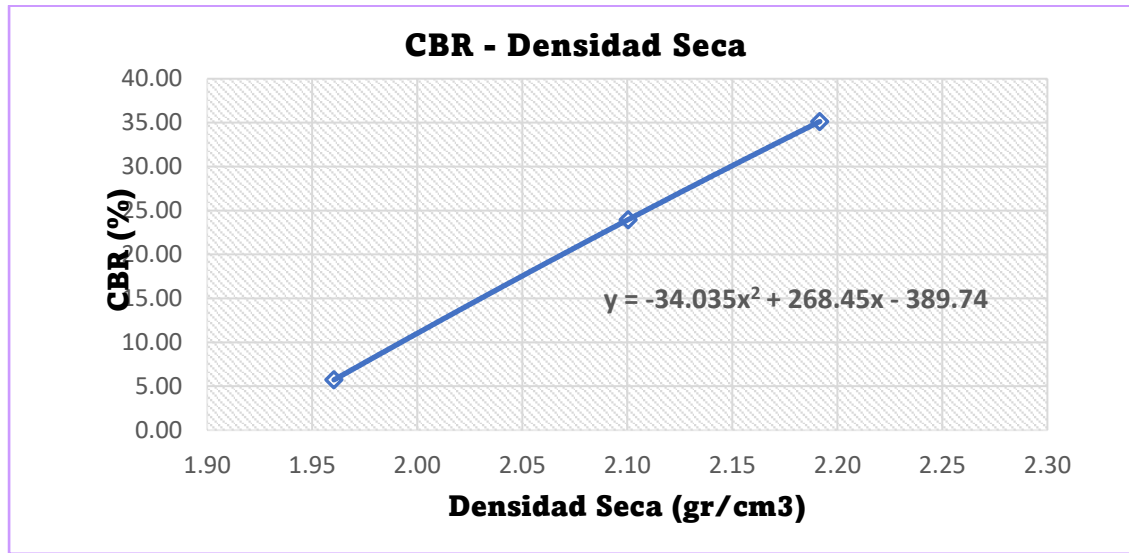
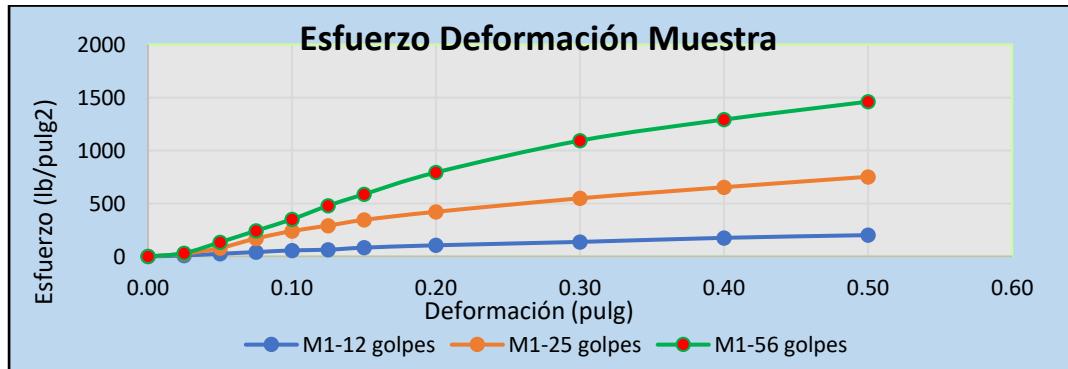


Figura 74. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Calicata N°07

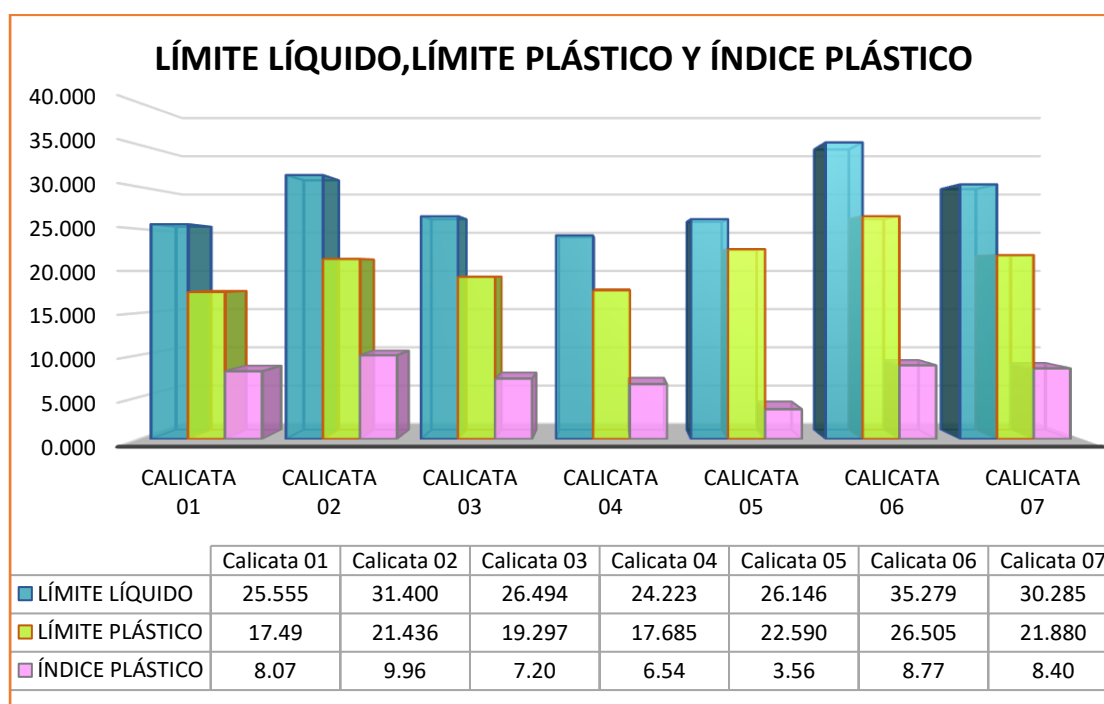


4.1.3. Resumen de prueba de laboratorio de límites de consistencia de las siete calicatas

Tabla 148. Resumen de ensayos de límites de consistencia de las siete calicatas

| Número | Muestras | Límite líquido (LL) % | Límite plástico (LP) % | Índice plástico (IP) % |
|--------|-------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | Calicata 01 | 25.555 | 17.49 | 8.07 |
| 2 | Calicata 02 | 31.400 | 21.436 | 9.96 |
| 3 | Calicata 03 | 26.494 | 19.297 | 7.20 |
| 4 | Calicata 04 | 24.223 | 17.685 | 6.54 |
| 5 | Calicata 05 | 26.146 | 22.590 | 3.56 |
| 6 | Calicata 06 | 35.279 | 26.505 | 8.77 |
| 7 | Calicata 07 | 30.285 | 21.880 | 8.40 |

Figura 75. Gráfica de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad



Se observa en la figura 75 (Gráfico resumen de ensayo de límites de consistencia) nos muestra los valores de límite líquido por cada calicata, el cual tiene un mínimo de 25.55% que sería la calicata 01 y un máximo de 35.279% de la calicata 06.

Por otro lado, los valores de límite plástico oscilan entre un mínimo valor de 17.49% que sería la calicata 01 y un máximo de 26.505% de la calicata 06.

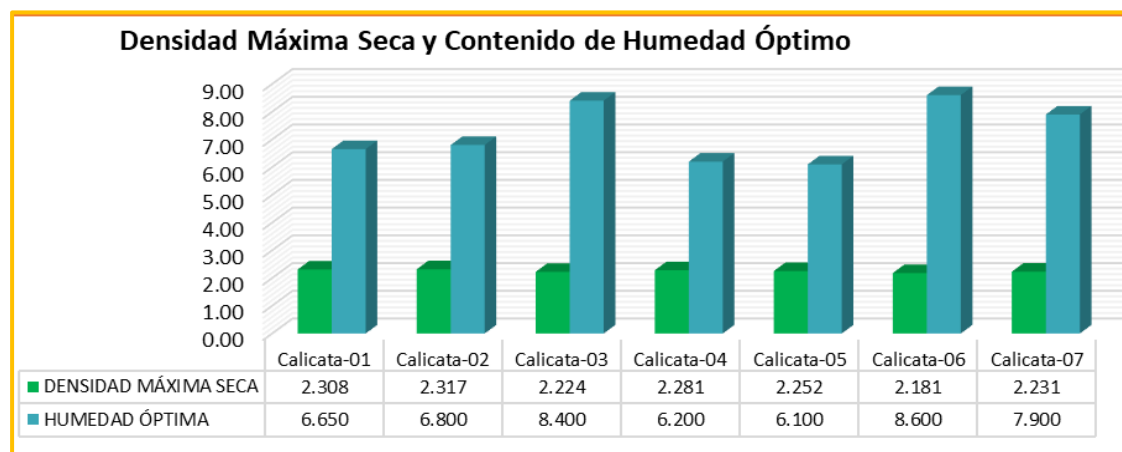
Así mismo, los valores de índice plasticidad oscilan entre un mínimo valor de 3.56% que sería la calicata 05 y un máximo de 9.96% de la calicata 02.

4.1.4. Resumen de ensayo Proctor modificado y CBR para determinar la calicata más crítico

Tabla 149. Proctor modificado - CBR al 95% con 0.1" - CBR al 100% con 0.1"

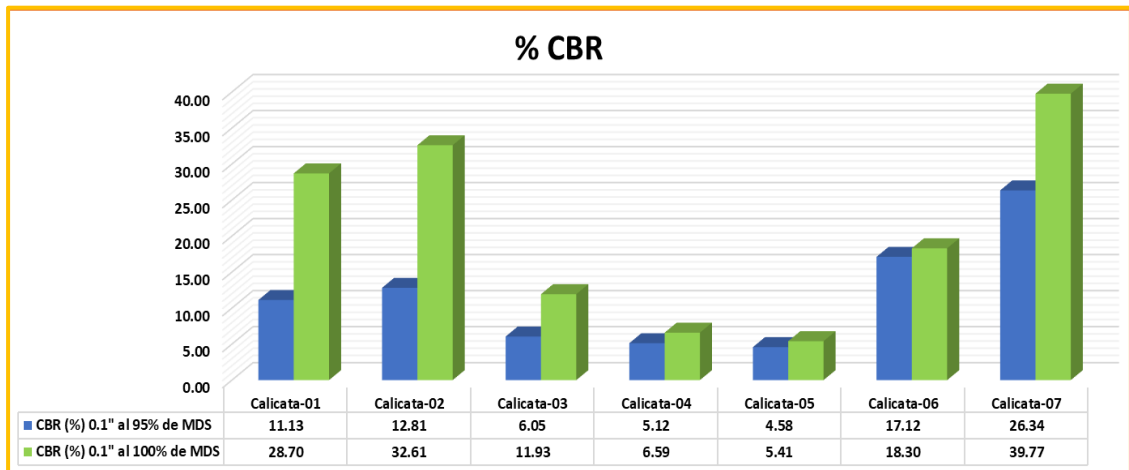
| Muestras-Calicatas | Densidad Máxima Seca (gr/cm ³) | Contenido de Humedad Óptimo % | CBR (%) 0.1" al 95% de MDS | CBR (%) 0.1" al 100% de MDS |
|--------------------|--|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Calicata-01 | 2.308 | 6.650 | 11.13 | 28.70 |
| Calicata-02 | 2.317 | 6.800 | 12.81 | 32.61 |
| Calicata-03 | 2.224 | 8.400 | 6.05 | 11.93 |
| Calicata-04 | 2.281 | 6.200 | 5.12 | 6.59 |
| Calicata-05 | 2.252 | 6.100 | 4.58 | 5.41 |
| Calicata-06 | 2.181 | 8.600 | 17.12 | 18.30 |
| Calicata-07 | 2.231 | 7.900 | 26.34 | 39.77 |

Figura 76. Gráfica de densidad máxima seca y Contenido de humedad óptimo



Se aprecia en la figura 70 (Gráfico de resumen de la prueba de compactación) nos muestra los valores de la densidad máxima seca por cada calicata, el cual tiene un mínimo de 2.181 gr/cm³ que sería la calicata 06 y un máximo de 2.317% gr/cm³ de la calicata 02. Por otro lado, los valores de Contenido de humedad óptimo oscilan entre un mínimo valor de 6.1% que sería la calicata 05 y un máximo de 8.6% de la calicata 06.

Figura 77. Gráfica de CBR al 95% con 0.1" - CBR al 100% con 0.1"



Se observa en la figura 77 (Gráfico resumen de Ensayo (CBR)) nos muestra los valores de CBR de 0.1" al 95% de la densidad máxima seca por cada calicata, en el cual se puede observar que la calicata 05 tiene un valor de 4.58%, así como al 100% de la densidad máxima seca que da como resultado de 5.41%, los cuales son muy bajos, es por esta razón que se optó por la calicata 05 para hacer las mejoras con los aditivos propuestos, ya que al mejorar la calicata más crítica, estaríamos garantizando la mejora de las demás calicatas de bajo valor de CBR.

Tabla 150. Cuadro resumen ensayo granulometría, límites de consistencia, Proctor modificado - CBR al 95% con 0.1" - CBR al 100% con 0.1"

| Ensayo de Laboratorio | | | Muestra | | | | | | |
|---------------------------------|-----------------------------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | | Calicata N° 01 | Calicata N° 02 | Calicata N° 03 | Calicata N° 04 | Calicata N° 05 | Calicata N° 06 | Calicata N° 07 |
| Granulometría | Pasante de la malla N° | 4 | 24.16 % | 34.08 % | 46.63 % | 36.56 % | 42.61 % | 39.81 % | 35.79 % |
| | | 10 | 16.63 % | 26.54 % | 36.48 % | 27.94 % | 35.05 % | 33.81 % | 28.29 % |
| | | 40 | 10.73 % | 19.43 % | 24.34 % | 18.24 % | 26.06 % | 26.54 % | 18.86 % |
| | | 200 | 9.22 % | 16.30 % | 19.47 % | 15.26 % | 20.53 % | 22.46 % | 13.28 % |
| Límites de consistencia | Límite Líquido (LL) | | 25.55 % | 31.40 % | 26.49 % | 24.22 % | 26.15 % | 35.28 % | 30.28 % |
| | Límite Plástico (LP) | | 17.49 % | 21.44 % | 19.30 % | 17.68 % | 22.59 % | 26.51 % | 21.88 % |
| | Índice de Plástico (IP) | | 8.07 % | 9.96 % | 7.20 % | 6.54 % | 3.56 % | 8.77 % | 8.40 % |
| Clasificación de suelos | SUCS | | GP - GC | GC | GC | GM - GC | GM | GM | GC |
| | AASHTO | | A - 2 - 4 --- 0 | A - 2 - 4 --- 0 | A - 2 - 4 --- 0 | A - 2 - 4 --- 0 | A - 2 - 4 --- 0 | A - 2 - 4 --- 0 | A - 2 - 4 --- 0 |
| Proctor Modificado | Método | | C | C | C | C | C | C | C |
| | Óptimo Contenido de Humedad | | 6.65 % | 6.80 % | 8.40 % | 6.20 % | 6.10 % | 8.60 % | 7.90 % |
| | Densidad Máxima Seca | | 2.31 gr/cm3 | 2.32 gr/cm3 | 2.22 gr/cm3 | 2.28 gr/cm3 | 2.25 gr/cm3 | 2.18 gr/cm3 | 2.23 gr/cm3 |
| California Bearing Ratio (0.1") | CBR al 95% | | 11.13 % | 12.81 % | 6.05 % | 5.12 % | 4.58 % | 17.12 % | 26.34 % |
| | CBR al 100% | | 28.70 % | 32.61 % | 11.93 % | 6.59 % | 5.41 % | 18.30 % | 39.77 % |

Se observa en la Tabla 150 (Cuadro resumen de ensayo de Granulometría, límites de consistencia, Proctor modificado y CBR), en este resumen se puede apreciar que los ensayos de granulometría y límites de consistencia, nos van a determinar los tipos de suelo que tenemos en el área de estudio, los cuales según el método AASHTO resulta grupo A-2 y sub grupo A-2-4 con el índice de grupo cero, el cual nos indica que el suelo es **gravas y arenas limosas o arcillosas**, según el método SUCS, resulta **grava** con arcilla o limo de baja plasticidad en su mayoría.

4.1.5. Resultados de ensayo de laboratorio con los aditivos cemento tipo IP y aditivo Sika

4.1.5.1. Resultado de prueba de laboratorio de límites de consistencia con aditivos Cemento IP y Sika

Tabla 151. Procesamiento de datos, límite líquido, suelo natural + 5% de cemento

|  | | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|--|---|---|----------------|----------------|----------------|
| TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | | | |
| Ensayo: | Límite líquido | | | | |
| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 01-10-2023 | | | | |
| Tesistas: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | |
| Descripción | | M-1 | M-2 | M-3 | M-4 |
| Código de cápsula | Cod | A-01 | A-02 | A-03 | A-07 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 23.203 | 22.838 | 18.140 | 24.723 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 19.909 | 19.714 | 15.917 | 21.834 |
| Peso del agua | gr | 3.294 | 3.124 | 2.223 | 2.889 |
| Peso de cápsula | gr | 8.05 | 8.08 | 7.88 | 11.29 |
| Peso del suelo seco | gr | 11.859 | 11.634 | 8.037 | 10.544 |
| Número de golpes | n* | 15 | 23 | 29 | 35 |
| Contenido de Humedad | % | 27.78 % | 26.85 % | 27.66 % | 27.40 % |

Figura 78. Gráfica del límite líquido, suelo natural más 5% de cemento

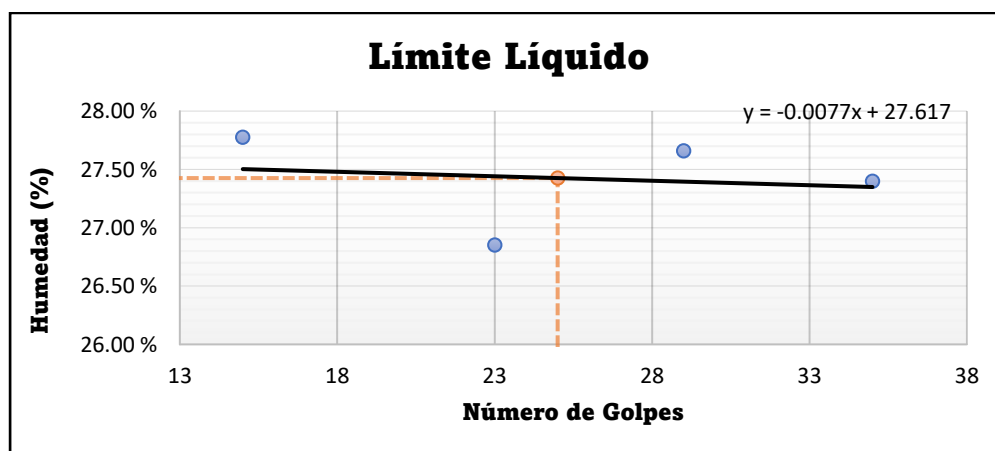


Tabla 152. *Procesamiento de Límite plástico, suelo natural más 5% de cemento*



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

| Ensayo: | Límite Plástico | | | | |
|--------------------------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 01-10-2023 | | | | |
| Tesistas: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
| Descripción | | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| Código de cápsula | Cod. | A-04 | A-05 | A-06 | A-08 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 9.921 | 10.331 | 13.176 | 9.201 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 9.471 | 9.912 | 12.89 | 8.845 |
| Peso del agua | gr | 0.450 | 0.419 | 0.286 | 0.356 |
| Peso de cápsula | gr | 7.43 | 8.02 | 11.61 | 7.24 |
| Peso del suelo seco | gr | 2.041 | 1.892 | 1.280 | 1.605 |
| Contenido de Humedad | % | 22.05 % | 22.15 % | 22.34 % | 22.18 % |

Figura 79. *Gráfica de límite plástico, suelo natural más 5% de cemento*

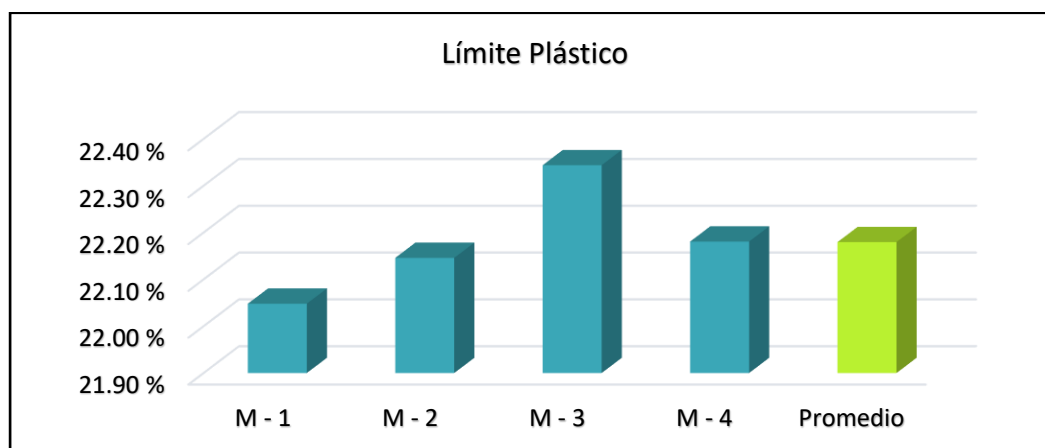


Tabla 153. *Resultado de Índice plástico, suelo natural más 5% de cemento*

| ÍNDICE PLÁSTICO | |
|---------------------------|------------------|
| Descripción | |
| Contenido de Humedad (LL) | % 27.43 % |
| Contenido de Humedad (LP) | % 22.18 % |
| Índice plástico | % 05.25 % |

Tabla 154. Procesamiento de datos, límite líquido, suelo natural + 6% de cemento



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO - 2023.

| Ensayo: | Límite líquido | | | | |
|--------------------------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 01-10-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | |
| Descripción | | M- 1 | M- 2 | M- 3 | M- 4 |
| Código de cápsula | Cod. | C-08 | C-09 | C-11 | C-15 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 35.464 | 42.356 | 39.414 | 39.464 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 31.691 | 37.196 | 34.633 | 34.825 |
| Peso del agua | gr | 3.773 | 5.160 | 4.781 | 4.639 |
| Peso de cápsula | gr | 18.30 | 18.83 | 17.82 | 18.06 |
| Peso del suelo seco | gr | 13.391 | 18.366 | 16.813 | 16.765 |
| Número de golpes | n* | 20 | 30 | 18 | 36 |
| Contenido de Humedad | % | 28.18 % | 28.10 % | 28.44 % | 27.67 % |

Figura 80. Gráfica de límite líquido, suelo natural más 6% de cemento

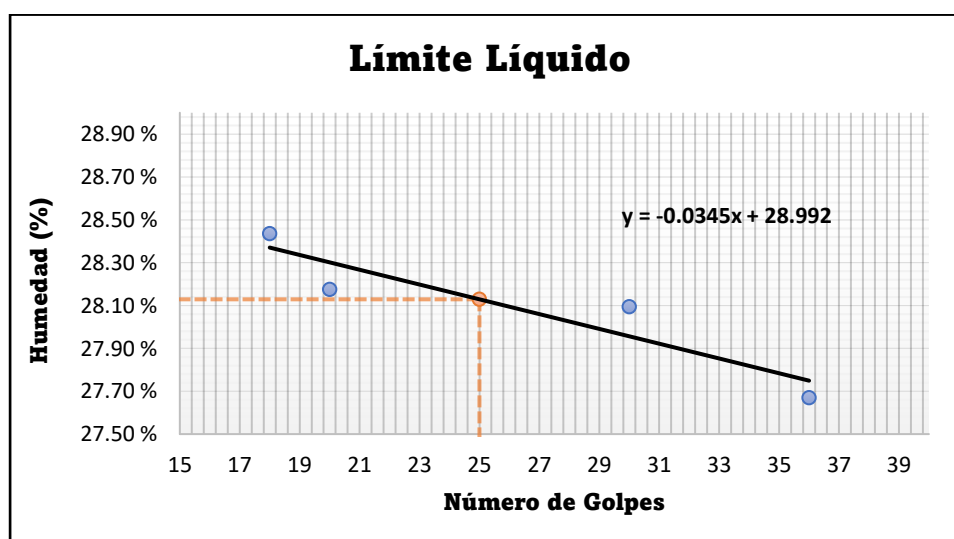


Tabla 155. *Procesamiento de Límite plástico, suelo natural más 6% de cemento*

| | | | | | |
|---|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | | |
| Ensayo: | Límite Plástico | | | | |
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico(LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 01-10-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
| Descripción | | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| Código de cápsula | Cod. | A-08 | A-09 | A-11 | A-01 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 9.274 | 10.108 | 11.357 | 10.141 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 8.925 | 9.767 | 10.984 | 9.784 |
| Peso del agua | gr | 0.349 | 0.341 | 0.373 | 0.357 |
| Peso de cápsula | gr | 7.24 | 8.12 | 9.17 | 8.05 |
| Peso del suelo seco | gr | 1.685 | 1.647 | 1.814 | 1.734 |
| Contenido de Humedad | % | 20.71 % | 20.70 % | 20.56 % | 20.59 % |

Figura 81. *Gráfica de límite plástico, suelo natural más 6% de cemento*

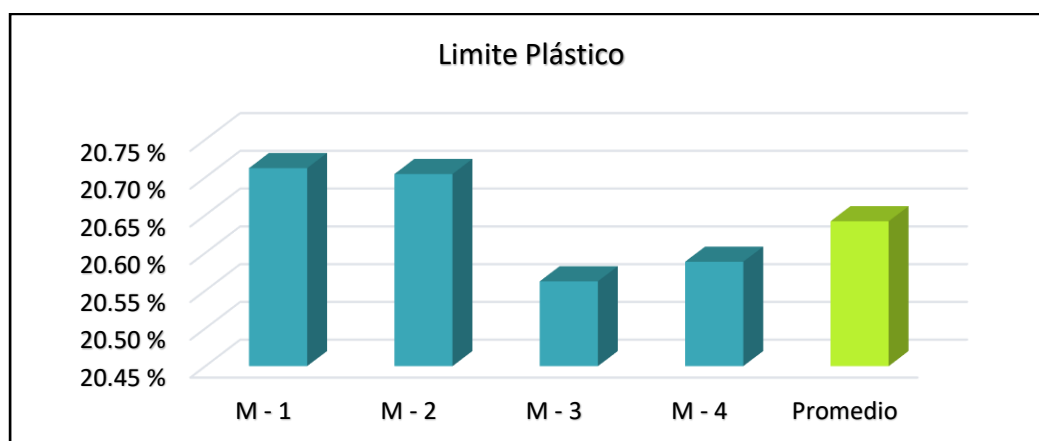


Tabla 156. *Resultado de Índice plástico, suelo natural más 6% de cemento*

| ÍNDICE PLÁSTICO | |
|---------------------------|------------------|
| Descripción | |
| Contenido de Humedad (LL) | % 28.13 % |
| Contenido de Humedad (LP) | % 20.64 % |
| Índice plástico | % 07.49 % |

Tabla 157. Procesamiento de datos, límite líquido, suelo natural más 1% de Sika

| | | | | | |
|---|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | | |
| Ensayo: | Límite líquido | | | | |
| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 01-10-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | |
| Descripción | | M- 1 | M- 2 | M- 3 | M- 4 |
| Código de cápsula | Cod. | C-14 | C-17 | C-19 | C-07 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 40.996 | 36.737 | 36.792 | 38.185 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 36.106 | 32.925 | 33.145 | 34.059 |
| Peso del agua | gr | 4.890 | 3.812 | 3.647 | 4.126 |
| Peso de cápsula | gr | 18.14 | 18.59 | 19.25 | 18.23 |
| Peso del suelo seco | gr | 17.966 | 14.335 | 13.895 | 15.829 |
| Número de golpes | n* | 18 | 22 | 31 | 35 |
| Contenido de Humedad | % | 27.22 % | 26.59 % | 26.25 % | 26.07 % |

Figura 82. Gráfica de límite líquido, suelo natural más 1% de Sika

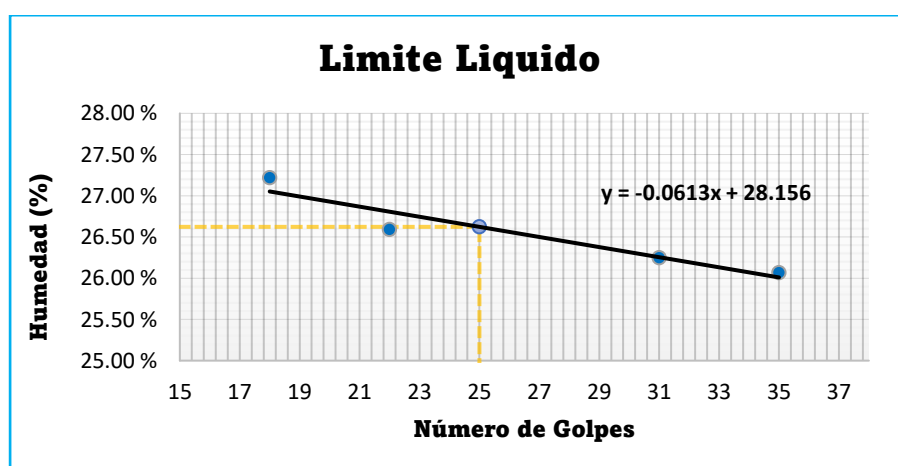


Tabla 158. *Procesamiento de Límite plástico, suelo natural más 1% de Sika*


| | | | | | |
|---|---|----------------|----------------|----------------|----------------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO - 2023. | | | | |
| Ensayo: | Límite Plástico | | | | |
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 01-10-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
| Descripción | | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| Código de cápsula | Cod. | A-03 | A-07 | A-12 | A-04 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 10.187 | 13.324 | 9.047 | 9.205 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 9.794 | 12.982 | 8.743 | 8.899 |
| Peso del agua | gr | 0.393 | 0.342 | 0.304 | 0.306 |
| Peso de cápsula | gr | 7.88 | 11.29 | 7.20 | 7.43 |
| Peso del suelo seco | gr | 1.914 | 1.692 | 1.543 | 1.469 |
| Contenido de Humedad | % | 20.53 % | 20.21 % | 19.70 % | 20.83 % |

Figura 83. *Gráfica de límite plástico, suelo natural más 1% de Sika*

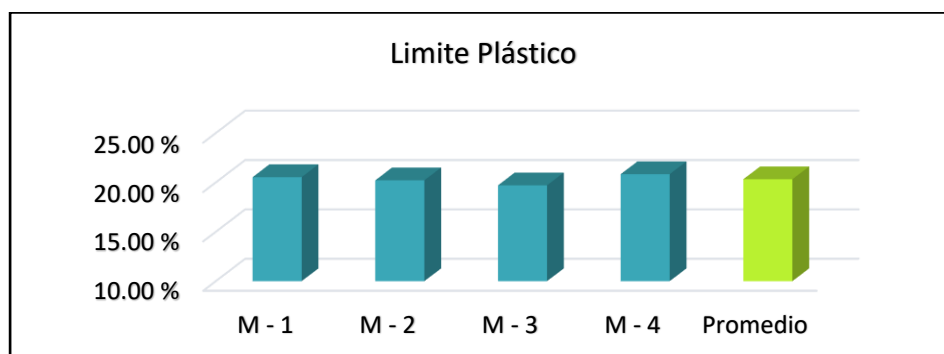


Tabla 159. *Resultado de Índice plástico, suelo natural más 1% de Sika*

| ÍNDICE PLÁSTICO | |
|---------------------------|-----------|
| Descripción | |
| Contenido de Humedad (LL) | % 26.62 % |
| Contenido de Humedad (LP) | % 20.32 % |
| Índice plástico | % 06.30 % |

Tabla 160. Procesamiento de datos, límite líquido, suelo natural más 2% de Sika

| | | | | | |
|---|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023. | | | | |
| Ensayo: | Límite líquido | | | | |
| Referencia: | MTC E 110 Determinación del límite líquido de los suelos, MTC E 111 la determinación del límite plástico(LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 01-10-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | |
| Descripción | | M- 1 | M- 2 | M- 3 | M- 4 |
| Código de cápsula | Cod. | C-16 | C-01 | C-12 | C-05 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 38.469 | 39.108 | 40.716 | 39.798 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 34.047 | 34.511 | 35.668 | 34.728 |
| Peso del agua | gr | 4.422 | 4.597 | 5.048 | 5.070 |
| Peso de cápsula | gr | 19.02 | 18.47 | 18.25 | 17.66 |
| Peso del suelo seco | gr | 15.027 | 16.041 | 17.418 | 17.068 |
| Número de golpes | n* | 28 | 33 | 20 | 17 |
| Contenido de Humedad | % | 29.43 % | 28.66 % | 28.98 % | 29.70 % |

Figura 84. Gráfica de límite líquido, suelo natural más 2% de Sika

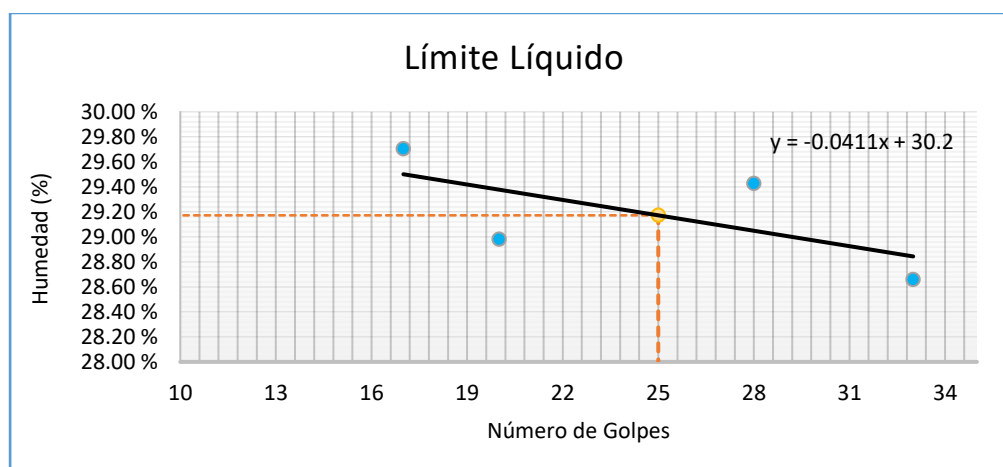


Tabla 161. Procesamiento de Límite plástico, suelo natural más 2% de Sika



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP
MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA
CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -
2023.**

| Ensayo: | Límite Plástico | | | | |
|--------------------------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 01-10-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
| Descripción | | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| Código de cápsula | Cod. | A-04 | A-05 | A-06 | A-10 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 10.016 | 10.796 | 14.416 | 14.354 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 9.598 | 10.346 | 13.964 | 13.959 |
| Peso del agua | gr | 0.418 | 0.450 | 0.452 | 0.395 |
| Peso de cápsula | gr | 7.43 | 8.02 | 11.61 | 11.89 |
| Peso del suelo seco | gr | 2.168 | 2.326 | 2.354 | 2.069 |
| Contenido de Humedad | % | 19.28 % | 19.35 % | 19.20 % | 19.09 % |

Figura 85. Gráfica de límite plástico, suelo natural más 2% de Sika

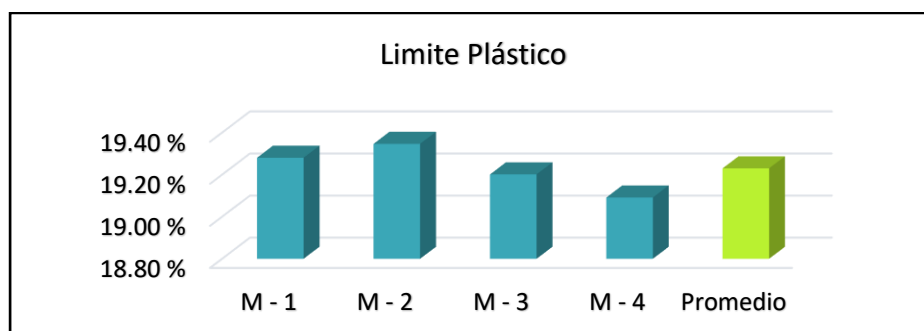


Tabla 162. Resultado de Índice plástico, suelo natural más 2% de Sika

| ÍNDICE PLÁSTICO | |
|---------------------------|-----------|
| Descripción | |
| Contenido de Humedad (LL) | % 29.17 % |
| Contenido de Humedad (LP) | % 19.23 % |
| Índice plástico | % 09.94 % |

Tabla 163. Procesamiento de Límite líquido, suelo natural más 6% de cemento más 1% de Sika

| | | | | | |
|--|---|---|----------------|----------------|----------------|
|  | | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| | | Universidad Continental | | | |
| TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | | | |
| Ensayo: | Límite líquido | | | | |
| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 02-10-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | |
| Descripción | | M- 1 | M- 2 | M- 3 | M- 4 |
| Codigo de Capsula | Cod. | C-04 | C-05 | C-06 | C-07 |
| Peso de capsula + Suelo humedo | gr | 37.988 | 34.263 | 37.729 | 36.323 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 33.395 | 30.418 | 33.112 | 32.125 |
| Peso del agua | gr | 4.593 | 3.845 | 4.617 | 4.198 |
| Peso de cápsula | gr | 18.28 | 17.66 | 18.02 | 18.23 |
| Peso del suelo seco | gr | 15.115 | 12.758 | 15.092 | 13.895 |
| Número de golpes | n* | 31 | 26 | 16 | 20 |
| Contenido de Humedad | % | 30.39 % | 30.14 % | 30.59 % | 30.21 % |

Figura 86. Gráfica de límite líquido, suelo natural más 6% cemento más 1% de Sika

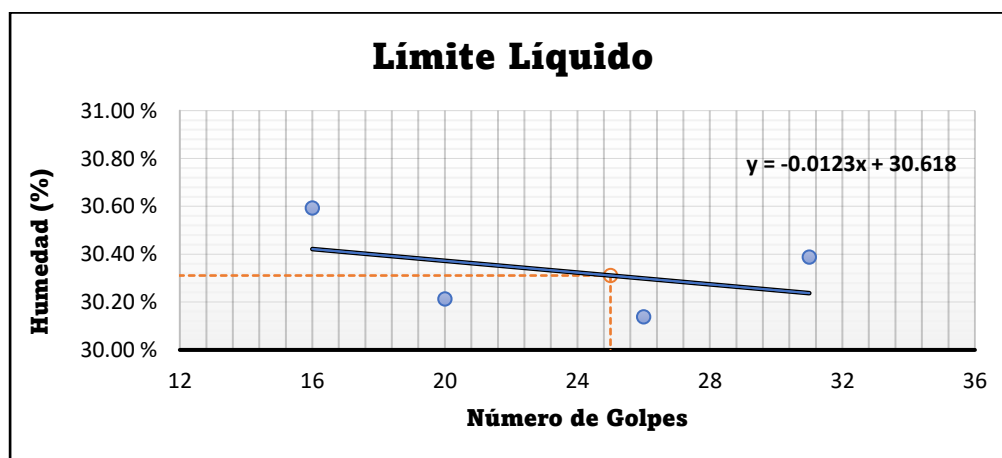


Tabla 164. Procesamiento de Límite plástico, suelo natural más 6% cemento más 1% Sika



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO - 2023.

| Ensayo: | Límite Plástico | | | | |
|--------------------------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 02-10-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
| Descripción | | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| Código de cápsula | Cod. | A-04 | A-05 | A-06 | A-07 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 9.842 | 11.288 | 13.585 | 13.489 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 9.428 | 10.738 | 13.253 | 13.116 |
| Peso del agua | gr | 0.414 | 0.550 | 0.332 | 0.373 |
| Peso de cápsula | gr | 7.43 | 8.02 | 11.61 | 11.29 |
| Peso del suelo seco | gr | 1.998 | 2.718 | 1.643 | 1.826 |
| Contenido de Humedad | % | 20.72 % | 20.24 % | 20.21 % | 20.43 % |

Figura 87. Gráfica de límite plástico, suelo natural más 6% cemento más 1% Sika

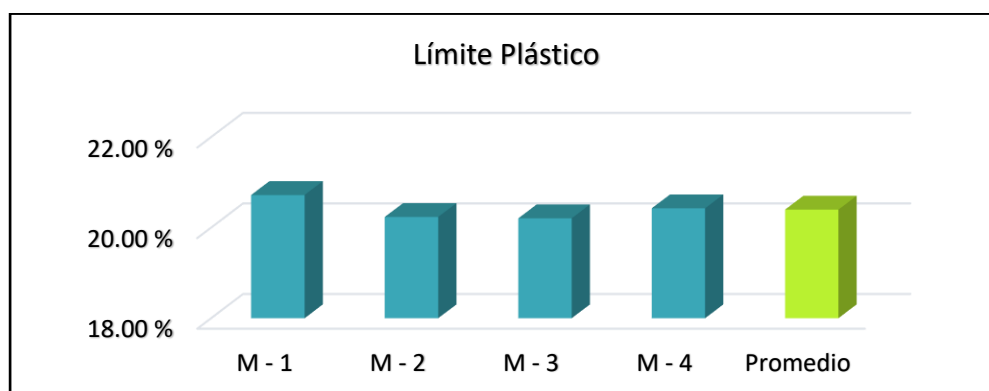


Tabla 165. Resultado de Índice plástico, suelo natural más 6% cemento más 1% Sika

| ÍNDICE PLÁSTICO | | |
|---------------------------|---|----------------|
| Descripción | | |
| Contenido de Humedad (LL) | % | 30.31 % |
| Contenido de Humedad (LP) | % | 20.40 % |
| Índice plástico | % | 09.91 % |

Tabla 166. Procesamiento de Límite líquido, suelo natural más 5% cemento más 2% de Sika

| | | | | | |
|--|---|---|----------------|----------------|----------------|
|  | | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | | | |
| Ensayo: | Límite líquido | | | | |
| Referencia: | MTC E 110 la determinación del límite líquido (LL) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 02-10-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | |
| Descripción | | M- 1 | M- 2 | M- 3 | M- 4 |
| Código de cápsula | Cod. | C-01 | C-02 | C-03 | C-08 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 37.27 | 40.198 | 36.026 | 37.832 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 33.272 | 35.438 | 31.908 | 33.245 |
| Peso del agua | gr | 3.998 | 4.760 | 4.118 | 4.587 |
| Peso de cápsula | gr | 18.47 | 19.42 | 18.14 | 18.30 |
| Peso del suelo seco | gr | 14.802 | 16.018 | 13.768 | 14.945 |
| Número de golpes | n* | 30 | 26 | 20 | 16 |
| Contenido de Humedad | % | 27.01 % | 29.72 % | 29.91 % | 30.69 % |

Figura 88. Gráfica de límite líquido, suelo natural más 5% cemento más 2% de Sika

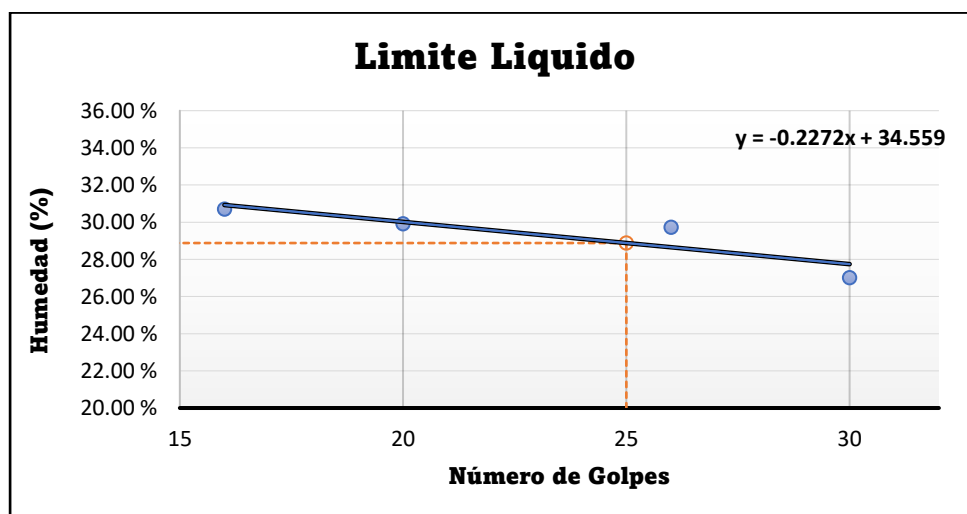


Tabla 167. Procesamiento de Límite plástico, suelo natural más 5% cemento más 2% de Sika



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP
MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA
CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.**

| Ensayo: | Límite Plástico | | | | |
|--------------------------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Referencia: | MTC E 111 la determinación del límite plástico (LP) del suelo e índice de plasticidad (IP) | | | | |
| Fecha: | 02-10-2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
| Descripción | | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 |
| Código de cápsula | Cod. | A-01 | A-02 | A-03 | A-09 |
| Peso de cápsula + Suelo húmedo | gr | 11.109 | 9.901 | 10.901 | 9.987 |
| Peso de capsula + Suelo seco | gr | 10.589 | 9.59 | 10.379 | 9.667 |
| Peso del agua | gr | 0.520 | 0.311 | 0.522 | 0.320 |
| Peso de cápsula | gr | 8.05 | 8.08 | 7.88 | 8.12 |
| Peso del suelo seco | gr | 2.539 | 1.510 | 2.499 | 1.547 |
| Contenido de Humedad | % | 20.48 % | 20.60 % | 20.89 % | 20.69 % |

Figura 89. Gráfica de límite plástico, suelo natural más 5% cemento más 2% Sika

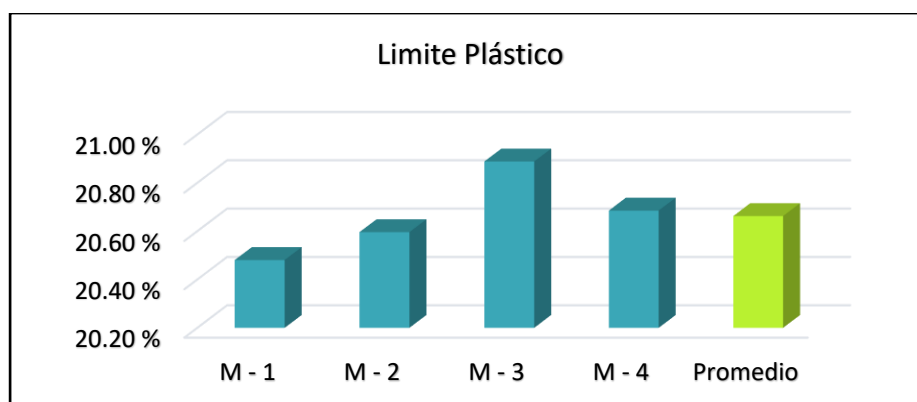


Tabla 168. Resultado de Índice plástico, suelo natural más 5% cemento más 2% Sika

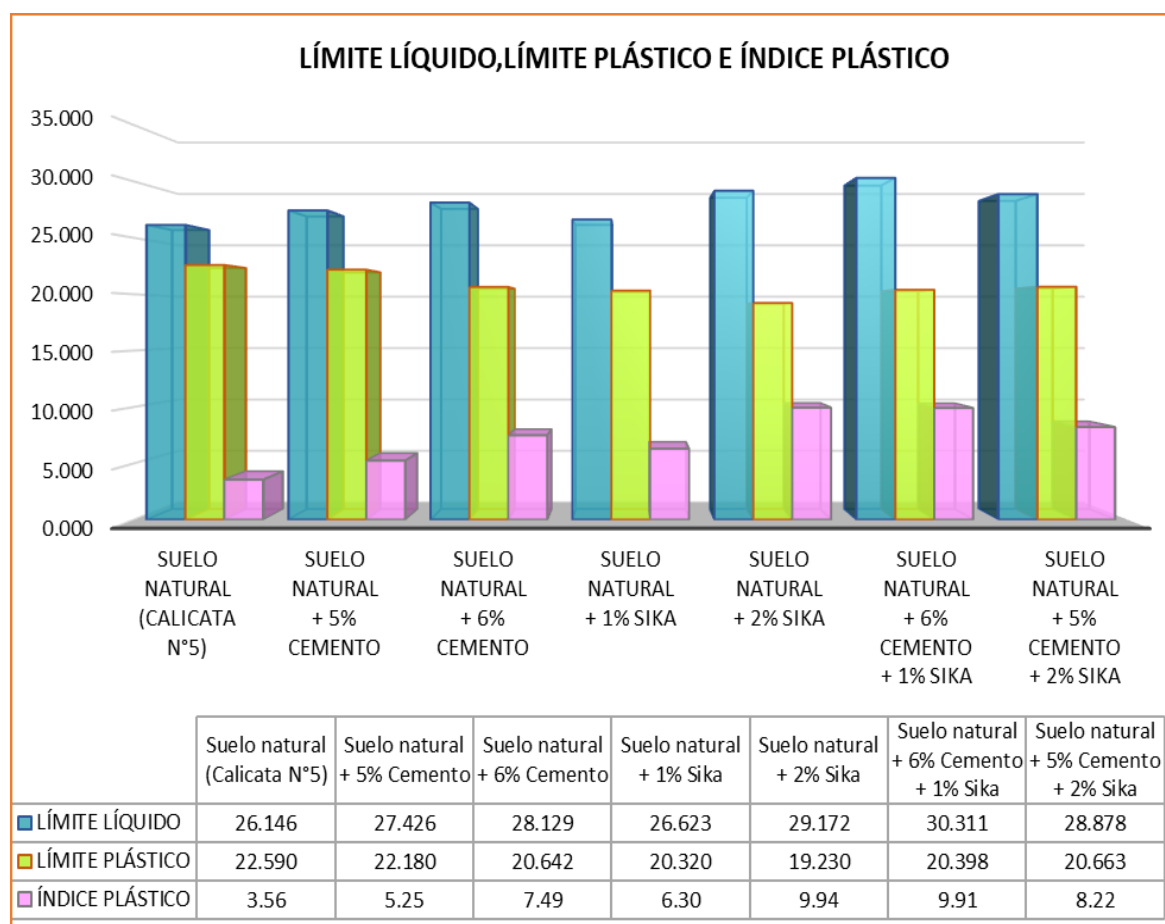
| ÍNDICE PLÁSTICO | |
|---------------------------|-----------|
| Descripción | |
| Contenido de Humedad (LL) | % 28.88 % |
| Contenido de Humedad (LP) | % 20.66 % |
| Índice plástico | % 08.22 % |

4.1.5.2. Resumen de prueba de laboratorio de límites de consistencia con aditivos Cemento tipo IP y Sika

Tabla 169. Resumen de límites de consistencia suelo natural más los aditivos

| Número | Muestras | Límite líquido (LL) % | Límite plástico (LP) % | Índice plástico (IP) % |
|--------|--------------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | Suelo natural (Calicata N°5) | 26.146 | 22.590 | 3.56 |
| 2 | Suelo natural + 5% Cemento | 27.426 | 22.180 | 5.25 |
| 3 | Suelo natural + 6% Cemento | 28.129 | 20.642 | 7.49 |
| 4 | Suelo natural + 1% Sika | 26.623 | 20.320 | 6.30 |
| 5 | Suelo natural + 2% Sika | 29.172 | 19.230 | 9.94 |
| 6 | Suelo natural + 6% Cemento + 1% Sika | 30.311 | 20.398 | 9.91 |
| 7 | Suelo natural + 5% Cemento + 2% Sika | 28.878 | 20.663 | 8.22 |

Figura 90. Resumen de límites de consistencia con los aditivos, cemento IP y Sika



Se aprecia en la figura 90 (gráfico de resumen de prueba de límites de consistencia) mientras se le adiciona la cantidad de cemento en 5%, 6%, Sika en 1%, 2% y las combinaciones, el límite


líquido se incrementa hasta un máximo de 30.311%, esta cuando se le adiciona 6% de cemento IP más 1% de Sika.

Así mismo cuando se aumenta la cantidad de cemento en 5%, 6%, Sika en 1%,2% y las combinaciones, el límite plástico disminuye hasta un mínimo de 19.23%, esta cuando se le adiciona 2% de Sika, no obstante, hay un ligero incremento de 22.18% cuando se le adiciona 5% de cemento.

Por otro lado, mientras se le adiciona la cantidad de cemento en 5%, 6%, Sika en 1%,2% y las combinaciones, el Índice Plasticidad se incrementa hasta un máximo de 9.94%, esta cuando se le adiciona 2% de Sika.

4.1.6. Procesamiento de datos de Proctor modificado con los aditivos Cemento tipo IP y Sika

Tabla 170. Procesamiento de datos Proctor modificado - suelo natural más 5% de cemento

|  Universidad Continental | | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|--|--|--|---------------------------|---------|---------|
| | | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023. | | | |
| Ensayo: | Proctor Modificado | | | | |
| Referencia: | MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado) | | | | |
| Fecha: | 17/09/2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| DATOS PRELIMINARES | | | | | |
| Datos del Molde | | | Método de la Compactación | Tipo C | |
| Diámetro | cm | 15.24 | N.º de Capas | 5 | |
| Altura | cm | 11.64 | Molde | 6" | |
| Volumen | cm ³ | 2123.31 | | | |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | | | |
| DENSIDAD HÚMEDA | | | | | |
| Número de muestras | Nº | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7714.30 | 8021.70 | 7816.50 | 7780.30 |
| Peso molde | gr | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 |
| Peso suelo húmedo | gr | 4832.20 | 5139.60 | 4934.40 | 4898.20 |
| Volumen del molde | cm ³ | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm ³ | 2.28 | 2.42 | 2.32 | 2.31 |

| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Recipiente | N° | C-01 | C-02 | C-03 | C-04 | C-05 | C-06 | C-07 | C-08 | C-09 | C-10 | C-11 | C-12 |
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 75.586 | 63.650 | 71.339 | 45.189 | 47.560 | 66.151 | 62.170 | 55.807 | 72.480 | 67.359 | 55.350 | 66.193 |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 72.717 | 61.377 | 68.468 | 42.813 | 44.990 | 62.261 | 57.591 | 52.079 | 66.928 | 61.444 | 51.092 | 61.189 |
| Peso de la tara | gr | 18.470 | 19.420 | 18.140 | 18.280 | 17.660 | 18.020 | 18.280 | 18.300 | 18.830 | 18.170 | 17.820 | 18.250 |
| Peso de agua | gr | 2.869 | 2.273 | 2.871 | 2.376 | 2.570 | 3.890 | 4.579 | 3.728 | 5.552 | 5.915 | 4.258 | 5.004 |
| Peso de suelo seco | gr | 54.25 | 41.96 | 50.33 | 24.53 | 27.33 | 44.24 | 39.31 | 33.78 | 48.10 | 43.27 | 33.27 | 42.94 |
| Humedad | % | 5.468 | | | 9.194 | | | 11.436 | | | 12.702 | | |
| Densidad Suelo Seco | gr/cm ³ | 2.158 | | | 2.217 | | | 2.085 | | | 2.047 | | |
| Densidad Máxima Seca (gr/cm ³) | | | | | 2.2710 | | | | | | | | |
| Humedad Óptima (%) | | | | | 7.5000 | | | | | | | | |

Figura 91. Gráfica de Proctor modificado, suelo natural más 5% cemento

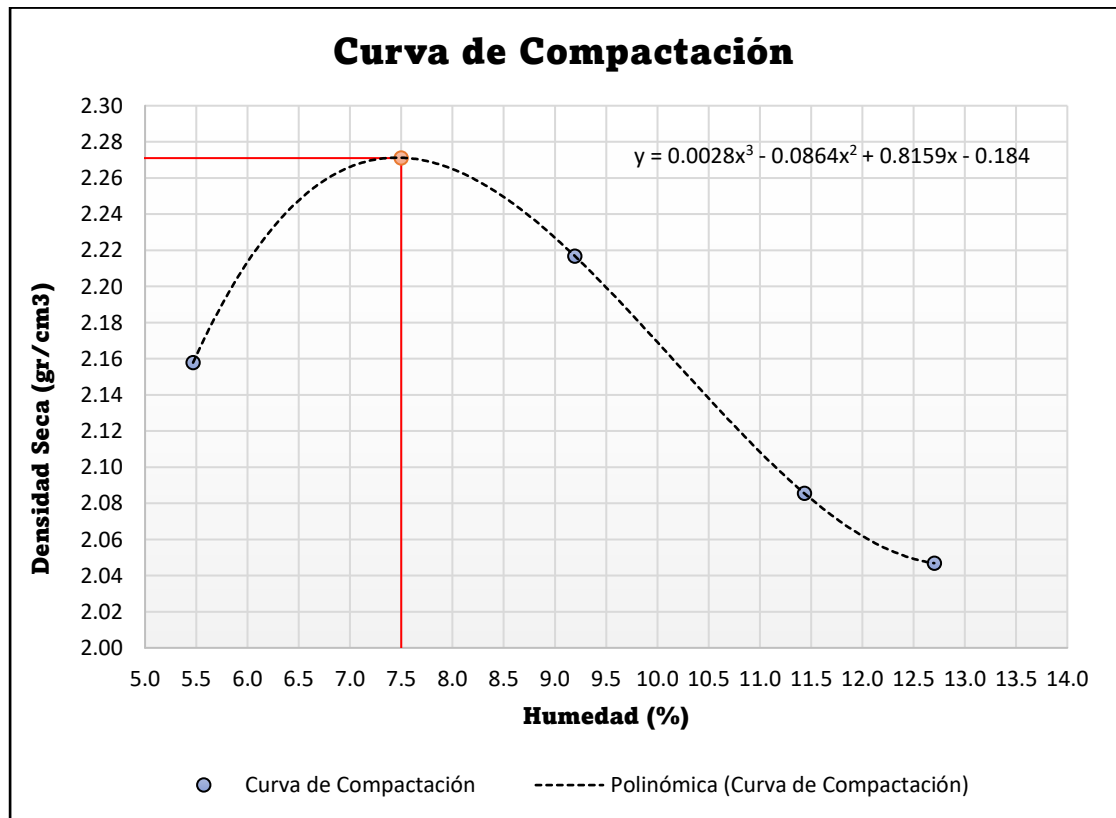


Tabla 171. Procesamiento de datos Proctor modificado - suelo natural más 6% de cemento



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

| | |
|--------------------|--|
| Ensayo: | Proctor Modificado |
| Referencia: | MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado) |
| Fecha: | 17/09/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Molde | | | Método de la Compactación | Tipo C |
|-----------------------|-----------------|---------|---------------------------|--------|
| Diámetro | cm | 15.24 | N.º de Capas | 5 |
| Altura | cm | 11.64 | Molde | 6" |
| Volumen | cm ³ | 2123.31 | | |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | | |

DENSIDAD HÚMEDA

| Número de muestras | Nº | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7659.40 | 7947.60 | 7834.50 | 7797.70 |
| Peso molde | gr | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 |
| Peso suelo húmedo | gr | 4777.30 | 5065.50 | 4952.40 | 4915.60 |
| Volumen del molde | cm ³ | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm ³ | 2.25 | 2.39 | 2.33 | 2.32 |

CONTENIDO DE HÚMEDAD

| Recipiente | Nº | C-13 | C-14 | C-15 | C-16 | C-17 | C-18 | C-19 | C-20 | C-21 | B-01 | B-02 | B-03 |
|---|--------------------|--------------|--------|--------|--------------|---------------|--------|--------------|--------|--------|---------------|--------|--------|
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 67.130 | 61.180 | 86.680 | 76.103 | 80.032 | 73.314 | 61.723 | 80.512 | 61.719 | 57.733 | 63.608 | 73.235 |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 64.483 | 58.973 | 84.011 | 71.408 | 75.229 | 69.016 | 57.699 | 75.771 | 57.366 | 52.815 | 59.023 | 67.936 |
| Peso de la tara | gr | 19.040 | 18.100 | 18.060 | 19.020 | 18.590 | 19.270 | 19.250 | 19.140 | 19.640 | 12.070 | 15.690 | 11.720 |
| Peso de agua | gr | 2.65 | 2.21 | 2.67 | 4.69 | 4.80 | 4.30 | 4.02 | 4.74 | 4.35 | 4.92 | 4.58 | 5.30 |
| Peso de suelo seco | gr | 45.44 | 40.87 | 65.95 | 52.39 | 56.64 | 49.75 | 38.45 | 56.63 | 37.73 | 40.75 | 43.33 | 56.22 |
| Humedad | % | 4.941 | | | 8.689 | | | 9.878 | | | 10.551 | | |
| Densidad Suelo Seco | gr/cm ³ | 2.144 | | | 2.195 | | | 2.123 | | | 2.094 | | |
| Densidad Maxima Seca (gr/cm³) | | | | | | 2.2700 | | | | | | | |
| Humedad Optima (%) | | | | | | 6.8000 | | | | | | | |

Figura 92. Gráfica de Proctor modificado, suelo natural más 6% cemento

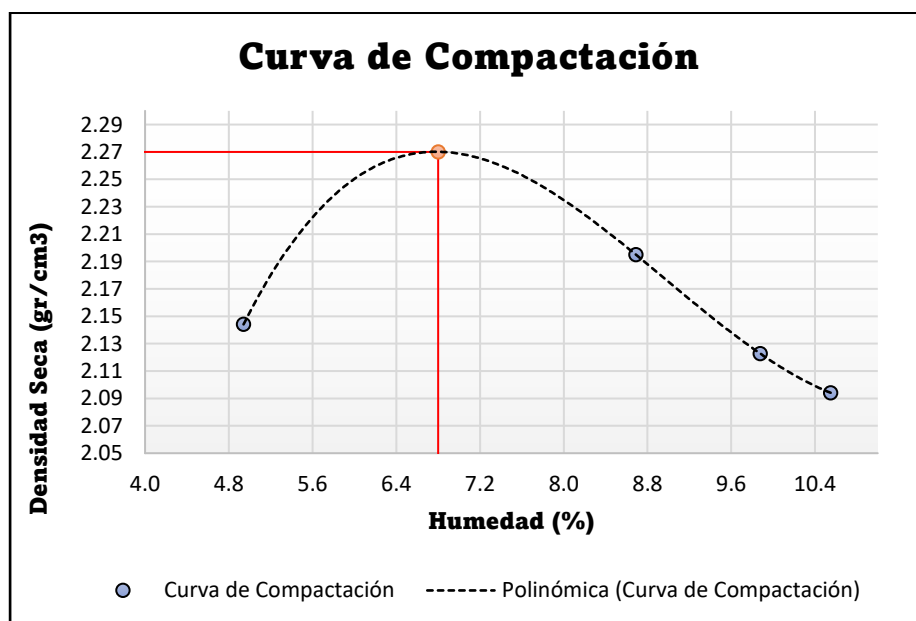


Tabla 172. Procesamiento de datos Proctor modificado - suelo natural más 1% de Sika



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

| | |
|--------------------|--|
| Ensayo: | Proctor Modificado |
| Referencia: | MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado) |
| Fecha: | 17/09/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Molde | | | Método de la Compactación | Tipo C |
|-----------------------|-----------------|---------|---------------------------|--------|
| Diámetro | cm | 15.24 | N.º de Capas | 5 |
| Altura | cm | 11.64 | Molde | 6" |
| Volumen | cm ³ | 2123.31 | | |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | | |

DENSIDAD HÚMEDA

| Número de muestras | Nº | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7703.50 | 7912.00 | 7867.00 | 7811.60 |
| Peso molde | gr | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 |
| Peso suelo húmedo | gr | 4821.40 | 5029.90 | 4984.90 | 4929.50 |
| Volumen del molde | cm ³ | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 |

| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm3 | 2.27 | | | 2.37 | | | 2.35 | | | 2.32 | | |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|
| CONTENIDO DE HÚMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
| Recipiente | N° | B-04 | B-05 | B-06 | B-07 | B-08 | B-09 | B-10 | B-11 | B-12 | V-01 | V-02 | V-03 |
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 53.730 | 64.618 | 56.362 | 47.334 | 48.548 | 62.176 | 61.123 | 50.659 | 83.100 | 104.691 | 87.785 | 107.083 |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 51.916 | 61.667 | 54.221 | 44.830 | 45.611 | 58.704 | 57.262 | 47.550 | 77.409 | 99.005 | 83.608 | 101.312 |
| Peso de la tara | gr | 12.090 | 15.720 | 15.400 | 15.810 | 11.660 | 15.300 | 15.510 | 14.530 | 15.830 | 50.220 | 44.619 | 50.080 |
| Peso de agua | gr | 1.81 | 2.95 | 2.14 | 2.50 | 2.94 | 3.47 | 3.86 | 3.11 | 5.69 | 5.69 | 4.18 | 5.77 |
| Peso de suelo seco | gr | 39.83 | 45.95 | 38.82 | 29.02 | 33.95 | 43.40 | 41.75 | 33.02 | 61.58 | 48.79 | 38.99 | 51.23 |
| Humedad | % | 5.543 | | | 8.379 | | | 9.286 | | | 11.247 | | |
| Densidad Suelo Seco | gr/cm3 | 2.151 | | | 2.186 | | | 2.148 | | | 2.087 | | |
| Densidad Máxima Seca (gr/cm3) | | | | | 2.2120 | | | | | | | | |
| Humedad Óptima (%) | | | | | 7.2000 | | | | | | | | |

Figura 93. Gráfica de Proctor modificado, suelo natural más 1% Sika

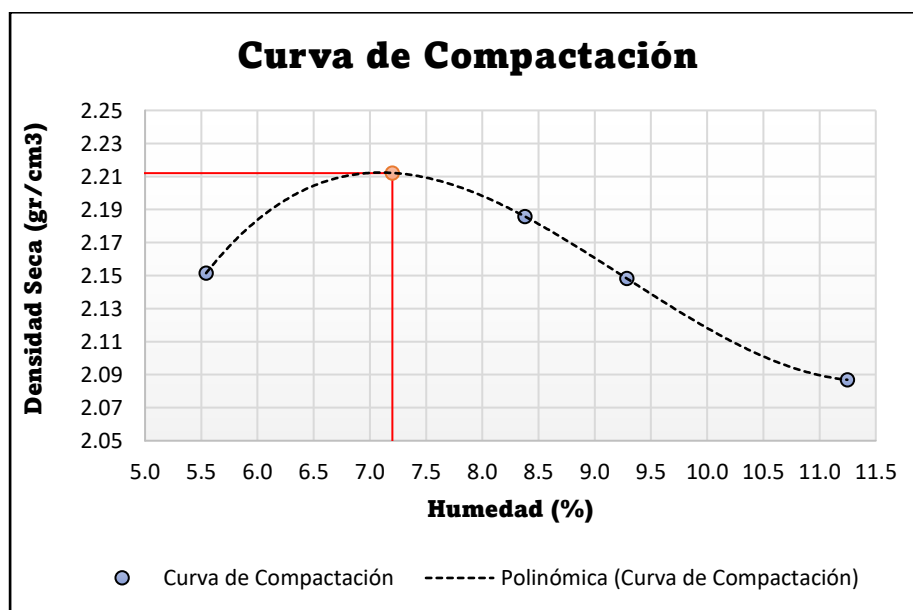


Tabla 173. Procesamiento de datos Proctor modificado - suelo natural más 2% de Sika



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--------------|--------|----------------------------------|--------------|--------|---------|---------------|---------------|---------|---------------|---------|---------|--|
| Ensayo: | Proctor Modificado | | | | | | | | | | | | | |
| Referencia: | MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado) | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha: | 17/09/2023 | | | | | | | | | | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS PRELIMINARES | | | | | | | | | | | | | | |
| Datos del Molde | | | | Método de la Compactación | | | | | Tipo C | | | | | |
| Diámetro | cm | 15.24 | | N.º de Capas | | | | | 5 | | | | | |
| Altura | cm | 11.64 | | Molde | | | | | 6" | | | | | |
| Volumen | cm³ | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | | | | | | | | | | | | |
| DENSIDAD HÚMEDA | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de muestras | Nº | 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | |
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7907.50 | | | 7990.40 | | | 7799.40 | | | 7782.30 | | | |
| Peso molde | gr | 2882.10 | | | 2882.10 | | | 2882.10 | | | 2882.10 | | | |
| Peso suelo húmedo | gr | 5025.40 | | | 5108.30 | | | 4917.30 | | | 4900.20 | | | |
| Volumen del molde | cm³ | 2123.31 | | | 2123.31 | | | 2123.31 | | | 2123.31 | | | |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm³ | 2.37 | | | 2.41 | | | 2.32 | | | 2.31 | | | |
| CONTENIDO DE HÚMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Recipiente | Nº | V-04 | V-05 | V-06 | T-01 | T-02 | T-03 | T-04 | T-05 | T-06 | T-07 | T-08 | T-09 | |
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 88.286 | 89.239 | 112.132 | 106.458 | 91.420 | 135.434 | 107.439 | 126.738 | 113.402 | 128.831 | 143.473 | 140.318 | |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 85.813 | 86.847 | 108.089 | 103.566 | 88.114 | 129.901 | 103.782 | 121.692 | 109.740 | 122.715 | 135.563 | 134.478 | |
| Peso de la tara | gr | 51.532 | 46.954 | 56.004 | 74.688 | 55.102 | 71.973 | 74.933 | 74.129 | 76.916 | 74.175 | 74.608 | 79.171 | |
| Peso de agua | gr | 2.47 | 2.39 | 4.04 | 2.89 | 3.31 | 5.53 | 3.66 | 5.05 | 3.66 | 6.12 | 7.91 | 5.84 | |
| Peso de suelo seco | gr | 34.28 | 39.89 | 52.09 | 28.88 | 33.01 | 57.93 | 28.85 | 47.56 | 32.82 | 48.54 | 60.96 | 55.31 | |
| Humedad | % | 7.055 | | | 9.791 | | | 11.320 | | | 12.054 | | | |
| Densidad Suelo Seco | gr/cm³ | 2.211 | | | 2.191 | | | 2.080 | | | 2.060 | | | |
| Densidad Máxima Seca (gr/cm³) | | | | 2.270 | | | | | | | | | | |
| Humedad Optima (%) | | | | 8.200 | | | | | | | | | | |

Figura 94. Gráfica de Proctor modificado, suelo natural más 2% Sika

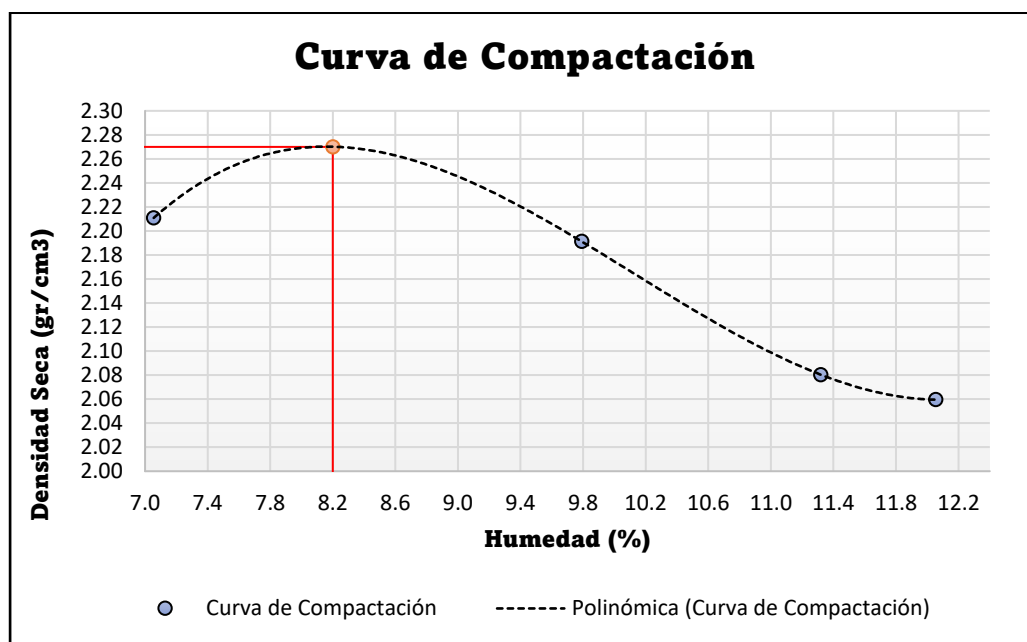


Tabla 174. Procesamiento de datos Proctor modificado - suelo natural más 6% de cemento + 1% de Sika



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

Ensayo: Proctor Modificado

Referencia: MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado)

Fecha: 18/09/2023

Tesista: Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Molde | | | Método de la Compactación | Tipo C |
|-----------------|-----------------|---------|---------------------------|--------|
| Diámetro | cm | 15.24 | N.º de Capas | 5 |
| Altura | cm | 11.64 | Molde | 6" |
| Volumen | cm ³ | | | |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | | |

DENSIDAD HÚMEDA

| Número de muestras | Nº | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------------|----|---------|---------|---------|---------|
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7772.90 | 7958.30 | 7840.80 | 7779.20 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Peso molde | gr | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 |
| Peso suelo húmedo | gr | 4890.80 | 5076.20 | 4958.70 | 4897.10 | | | | | | | | |
| Volumen del molde | cm3 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm3 | 2.30 | 2.39 | 2.34 | 2.31 | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HÚMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
| Recipiente | N° | V-04 | V-05 | V-06 | T-01 | T-02 | T-03 | T-04 | T-05 | T-06 | T-07 | T-08 | T-09 |
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 70.563 | 72.463 | 62.369 | 55.872 | 64.502 | 66.405 | 65.095 | 63.998 | 60.085 | 57.475 | 76.388 | 78.596 |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 67.683 | 69.489 | 59.759 | 52.452 | 60.830 | 62.621 | 61.151 | 60.185 | 55.808 | 53.298 | 71.129 | 72.134 |
| Peso de la tara | gr | 19.420 | 18.140 | 18.280 | 17.660 | 18.020 | 18.280 | 18.300 | 18.830 | 18.170 | 17.820 | 18.250 | 19.040 |
| Peso de agua | gr | 2.88 | 2.97 | 2.61 | 3.42 | 3.67 | 3.78 | 3.94 | 3.81 | 4.28 | 4.18 | 5.26 | 6.46 |
| Peso de suelo seco | gr | 48.26 | 51.35 | 41.48 | 34.79 | 42.81 | 44.34 | 42.85 | 41.36 | 37.64 | 35.48 | 52.88 | 53.09 |
| Humedad | % | 5.999 | 8.919 | 9.877 | 11.239 | | | | | | | | |
| Densidad Suelo Seco | gr/cm3 | 2.173 | 2.195 | 2.125 | 2.073 | | | | | | | | |
| Densidad Máxima Seca (gr/cm3) | | | | | 2.2630 | | | | | | | | |
| Humedad Optima (%) | | | | | 7.4200 | | | | | | | | |

Figura 95. Gráfica de Proctor modificado, suelo natural más 6% cemento más 1% Sika

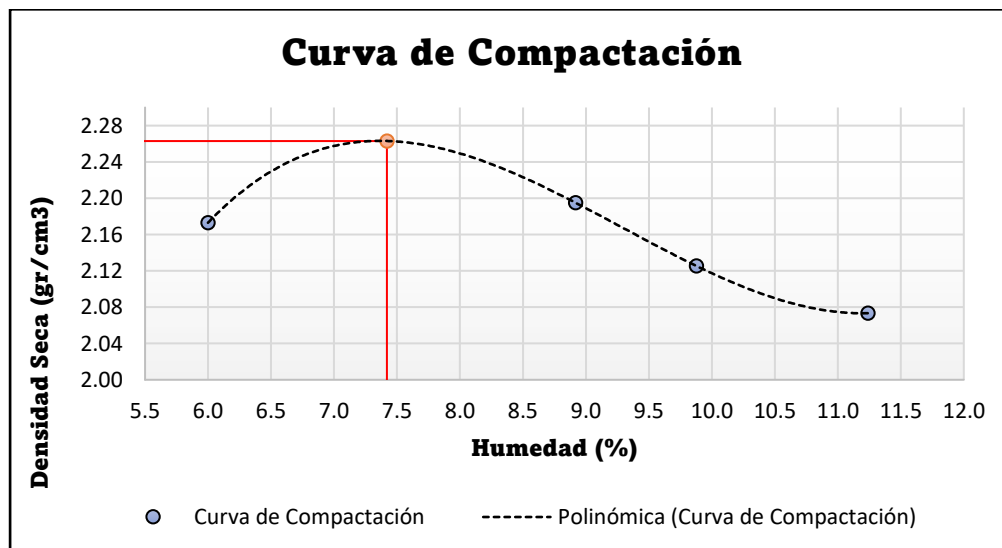


Tabla 175. Procesamiento de datos Proctor modificado - suelo natural más 5% de cemento más 2% de Sika



Universidad
Continental

UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

| | |
|--------------------|--|
| Ensayo: | Proctor Modificado |
| Referencia: | MTC E 115 Compactación del suelo (Proctor modificado) |
| Fecha: | 18/09/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Molde | | | Método de la Compactación | Tipo C |
|-----------------------|-----------------|---------|---------------------------|--------|
| Diámetro | cm | 15.24 | N.º de Capas | 5 |
| Altura | cm | 11.64 | Molde | 6" |
| Volumen | cm ³ | | | |
| Peso del Molde | gr | 2882.10 | | |

DENSIDAD HÚMEDA

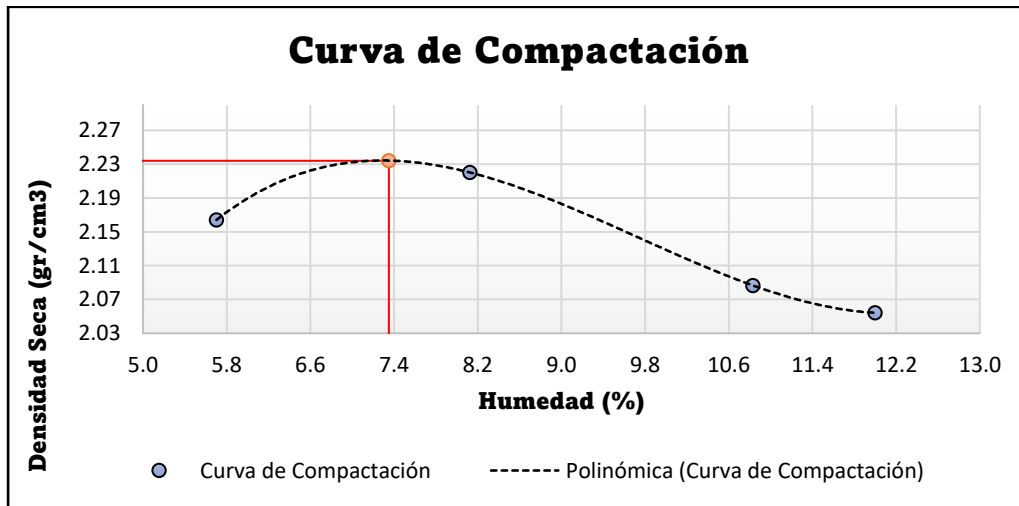
| Número de muestras | Nº | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Peso del suelo húmedo compactado | gr | 7739.00 | 7979.30 | 7792.40 | 7767.20 |
| Peso molde | gr | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 | 2882.10 |
| Peso suelo húmedo | gr | 4856.90 | 5097.20 | 4910.30 | 4885.10 |
| Volumen del molde | cm ³ | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 |
| Densidad Suelo Húmedo | gr/cm ³ | 2.29 | 2.40 | 2.31 | 2.30 |

CONTENIDO DE HÚMEDAD

| Recipiente | Nº | C-15 | C-16 | C-17 | C-18 | C-19 | C-20 | C-03 | C-04 | C-05 | C-02 | C-06 | C-07 |
|---------------------------------|--------------------|--------------|--------|--------|--------------|--------|--------|---------------|--------|--------|---------------|--------|--------|
| Peso suelo húmedo + Tara | gr | 57.228 | 59.713 | 68.349 | 67.717 | 59.479 | 70.220 | 84.908 | 74.518 | 70.832 | 66.564 | 77.012 | 71.909 |
| Peso suelo seco + Tara | gr | 54.984 | 57.151 | 66.164 | 63.805 | 56.150 | 66.960 | 79.281 | 68.688 | 65.072 | 60.766 | 71.318 | 66.286 |
| Peso de la tara | gr | 18.060 | 19.020 | 18.590 | 19.270 | 19.250 | 19.140 | 18.140 | 18.280 | 17.660 | 19.420 | 18.020 | 18.280 |
| Peso de agua | gr | 2.24 | 2.56 | 2.19 | 3.91 | 3.33 | 3.26 | 5.63 | 5.83 | 5.76 | 5.80 | 5.69 | 5.62 |
| Peso de suelo seco | gr | 36.92 | 38.13 | 47.57 | 44.54 | 36.90 | 47.82 | 61.14 | 50.41 | 47.41 | 41.35 | 53.30 | 48.01 |
| Humedad | % | 5.701 | | | 8.124 | | | 10.831 | | | 11.998 | | |
| Densidad Suelo Seco | gr/cm ³ | 2.164 | | | 2.220 | | | 2.087 | | | 2.054 | | |

| | |
|-------------------------------|--------|
| Densidad Máxima Seca (gr/cm3) | 2.2340 |
| Humedad Óptima (%) | 7.3500 |

Figura 96. Gráfica de Proctor modificado, suelo natural más 5% cemento más 2% Sika

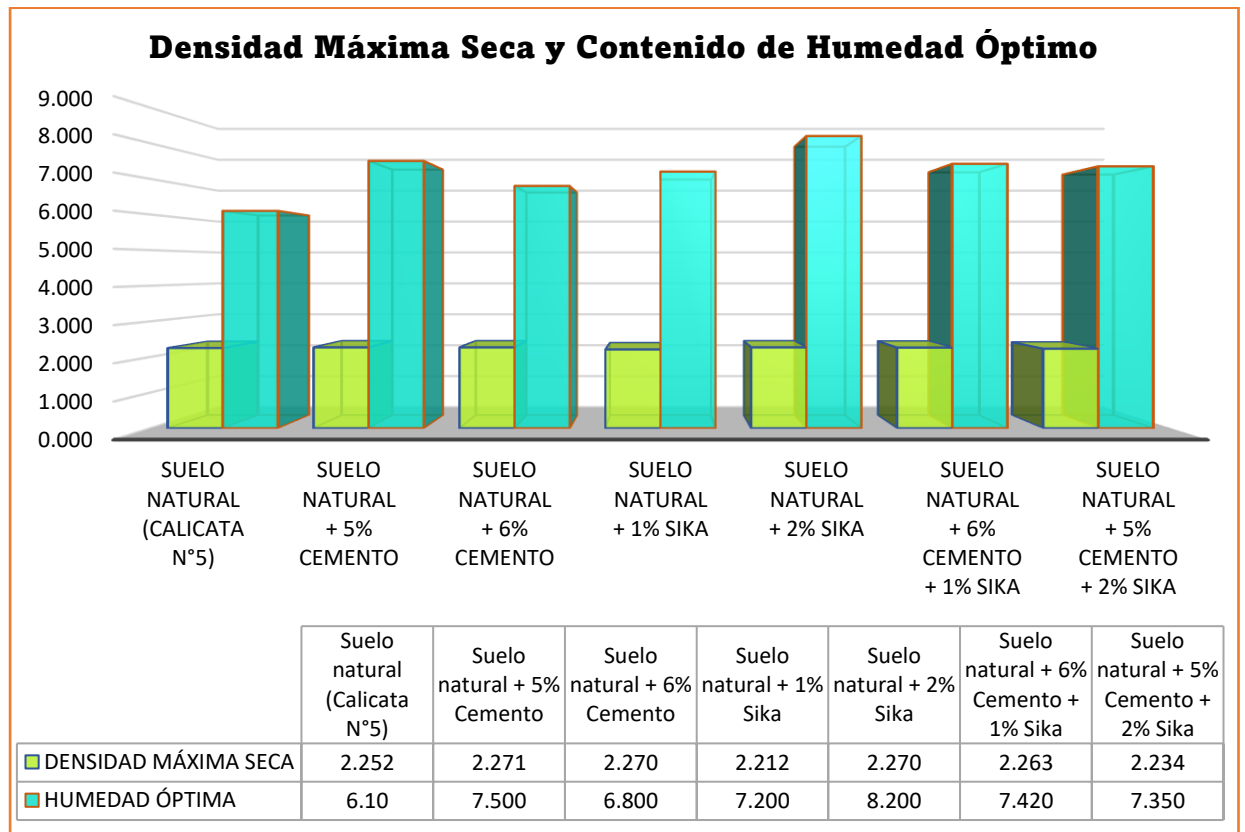


4.1.7. Resumen de los ensayos de laboratorio de Proctor modificado más los aditivos

Tabla 176. Resumen de ensayo de laboratorio de Proctor modificado con los aditivos cemento IP más Sika

| Número | Muestras | Densidad Máxima Seca (gr/cm3) | Contenido de Humedad Óptimo % |
|--------|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1 | Suelo natural | 2.252 | 6.10 |
| 2 | Suelo natural + 5% Cemento | 2.271 | 7.500 |
| 3 | Suelo natural + 6% Cemento | 2.270 | 6.800 |
| 4 | Suelo natural + 1% Sika | 2.212 | 7.200 |
| 5 | Suelo natural + 2% Sika | 2.270 | 8.200 |
| 6 | Suelo natural + 6% Cemento + 1% Sika | 2.263 | 7.420 |
| 7 | Suelo natural + 5% Cemento + 2% Sika | 2.234 | 7.350 |

Figura 97. Resumen de ensayo de laboratorio, con los aditivos cemento IP más Sika




Se aprecia en la figura 97 (gráfico de resumen de prueba de compactación) al adicionar cemento en 5%, 6%, el peso específico seco se incrementa hasta un máximo de 2.271 gr/cm³, así mismo cuando se adiciona aditivo Sika en 1%, 2% el peso específico seco se incrementa hasta un máximo de 2.27 gr/cm³, aunque cuando se le adiciona 1% de Sika, disminuye hasta un mínimo en 2.212 gr/cm³ a comparación de 2.252gr/cm³ del suelo natural, por otro lado cuando se le adiciona 6% de cemento IP más 1% de Sika se incrementa hasta un máximo de 2.263 gr/cm³, sin embargo cuando se le adiciona 5% de cemento IP más 2% de Sika disminuye hasta un mínimo de 2.234 gr/cm³, a comparación de suelo natural que es de 2.252gr/cm³.

Por otro lado, el Contenido de humedad óptimo se incrementa hasta un máximo de 8.2%, cuando al suelo natural se le adiciona aditivo Sika en 2%.

4.1.8. Procesamiento de datos de CBR con los aditivos Cemento tipo IP y Sika

Tabla 177. Procesamiento de datos de ensayo CBR - Suelo natural más 5% cemento

|  Universidad Continental | | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|--|--|--|---------|-----------|----------------------------|
| TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023. | | | | | |
| Ensayo: | Ensayo (CBR) | | | | |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo | | | | |
| Fecha: | 06/11/2023 | | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | | |
| DATOS PRELIMINARES | | | | | |
| Datos del Proctor Modificado | | Energía de Compactación | | | Disco Espaciador |
| Densidad seca máxima (gr/cm ³) | 2.308 | Masa de la Pesa | 4.57 kg | N.º Capas | |
| Contenido de humedad óptimo | 6.65 | Altura de caída | 45.82cm | 5 | 4.9 cm |
| Nº de Capas | 5 | | | | |
| Datos del Equipo de Penetración | | | | | |
| Constante del anillo de Carga | $F = A_0 + A_1 * X^1 + A_2 * X^2 + A_3 * X^3$ (KN) | | | | Diámetro del pistón |
| | A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09 | | | | 49.63 mm |
| COMPACTACIÓN | | | | | |
| Nº de Golpes por Capa | Nº | 12 | 25 | 56 | |
| Altura del molde | cm | 17.80 | 17.80 | 17.80 | |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | 15.24 | 15.24 | |
| Volumen de molde | cm ³ | 2353.15 | 2353.15 | 2353.15 | |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|
| Peso de molde | gr | 6360.00 | | | 6545.30 | | | 6403.00 | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | No Saturado | | | No Saturado | | | No Saturado | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11502.20 | | | 12031.30 | | | 11911.50 | | |
| Peso de suelo húmedo | gr | 5142.20 | | | 5486.00 | | | 5508.50 | | |
| Densidad húmeda | gr/cm3 | 2.19 | | | 2.33 | | | 2.34 | | |
| Tara N° | N° | C-07 | C-08 | C-09 | C-04 | C-05 | C-06 | C-01 | C-02 | C-03 |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 56.640 | 67.197 | 71.482 | 57.236 | 71.298 | 67.052 | 56.951 | 61.075 | 64.427 |
| Tara + Suelo seco | gr | 53.594 | 63.260 | 67.356 | 54.189 | 67.059 | 63.155 | 53.959 | 57.784 | 60.775 |
| Peso de agua | gr | 3.046 | 3.937 | 4.126 | 3.047 | 4.239 | 3.897 | 2.992 | 3.291 | 3.652 |
| Peso de tara | gr | 18.280 | 18.300 | 18.830 | 18.280 | 17.660 | 18.020 | 18.470 | 19.420 | 18.140 |
| Peso de suelo seco | gr | 35.314 | 44.960 | 48.526 | 35.909 | 49.399 | 45.135 | 35.489 | 38.364 | 42.635 |
| % de humedad | % | 8.625 | 8.757 | 8.503 | 8.485 | 8.581 | 8.634 | 8.431 | 8.578 | 8.566 |
| % de humedad promedio | % | 8.628 | | | 8.567 | | | 8.525 | | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | 2.012 | | | 2.147 | | | 2.157 | | |

| Expansión | | | | | | | |
|------------|-------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Tiempo Dia | Tiempo Hora | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) |
| 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 24 | 32.00 | 0.63 | 22.00 | 0.43 | 7.00 | 0.14 |
| 2 | 48 | 32.00 | 0.63 | 22.00 | 0.43 | 7.00 | 0.14 |
| 3 | 72 | 33.00 | 0.65 | 23.00 | 0.45 | 11.00 | 0.22 |
| 4 | 96 | 33.00 | 0.65 | 23.00 | 0.45 | 11.00 | 0.22 |

| | | Penetración | | | | | | | | | |
|---|-------------|---------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------|--------------------------|------------|---------------|--------------|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg2) | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | | Molde N.º 03 (56) | | | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | | | |
| 0.0000 | 0 | | 0 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | | | |
| 0.0250 | 0.63 | | 4 | 12.4 | 5 | 15.60 | 6 | 18.80 | | | |
| 0.0500 | 1.27 | | 10 | 31.6 | 19 | 60.46 | 25 | 47.64 | | | |
| 0.0750 | 1.9 | | 18 | 57.3 | 30 | 95.68 | 39 | 124.49 | | | |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 25 | 79.7 | 7.97 | 56 | 178.86 | 17.89 | 63 | 201.24 | 20.12 |
| 0.1250 | 3.17 | | 30 | 95.7 | | 61 | 194.85 | | 102 | 325.78 | |
| 0.1500 | 3.81 | | 36 | 114.9 | | 72 | 230.00 | | 146 | 466.01 | |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 41 | 130.9 | 8.73 | 92 | 293.87 | 19.59 | 198 | 631.35 | 42.09 |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 64 | 204.4 | 10.76 | 134 | 427.79 | 22.52 | 275 | 875.44 | 46.08 |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 80 | 255.6 | 11.11 | 169 | 539.19 | 23.44 | 334 | 1061.85 | 46.17 |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 96 | 306.6 | 11.79 | 205 | 653.58 | 25.14 | 380 | 1206.82 | 46.42 |
| CBR al 95% densidad máxima seca | | | 20.23 | | DENS.95% | | 2.157 | | | | |
| CBR al 100% densidad máxima seca | | | 62.00 | | DENS.100% | | 2.271 | | | | |

Figura 98. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Suelo natural más 5% cemento

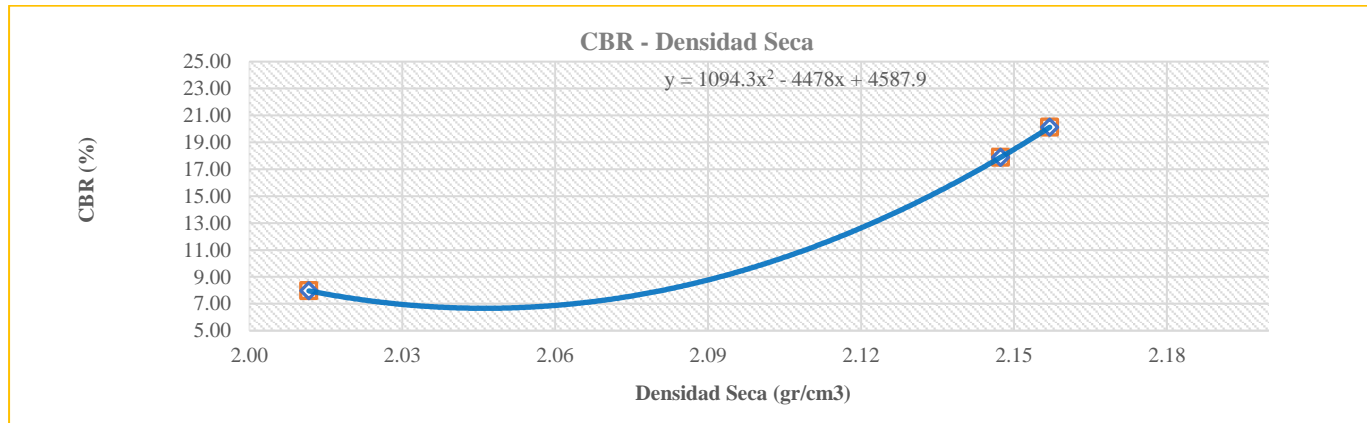


Figura 99. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Suelo natural más 5% cemento

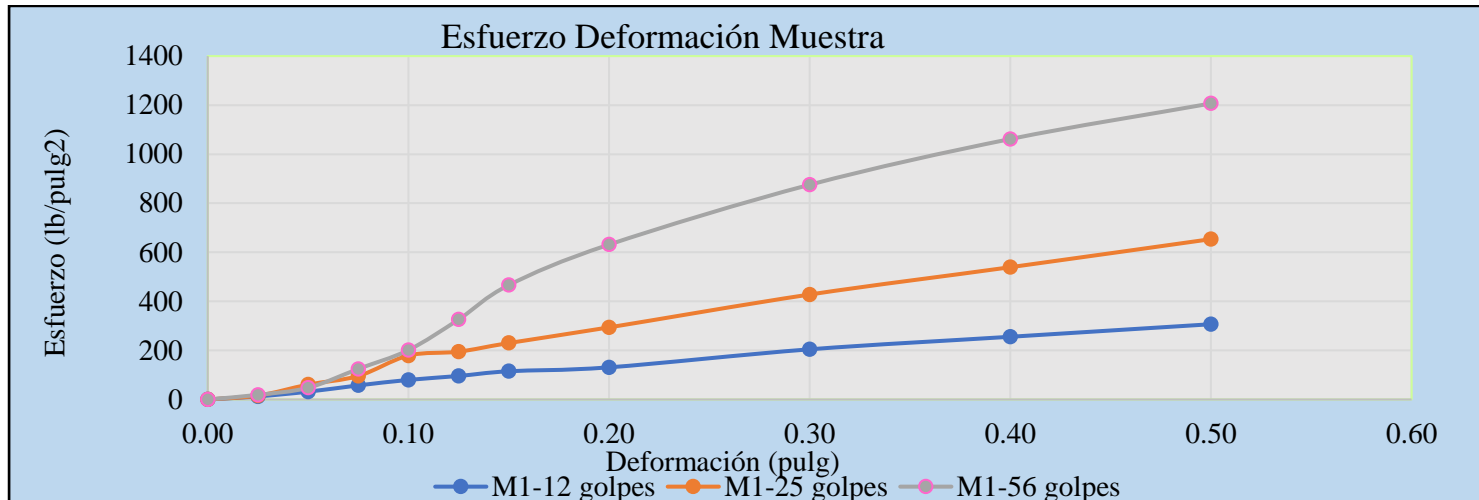



Tabla 178. Procesamiento de datos de ensayo CBR - Suelo natural más 6% cemento

| | | | | |
|---|--|--------------------------------|--------------------|----------------------------|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023. | | | |
| Ensayo: | Ensayo (CBR) | | | |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo | | | |
| Fecha: | 07/11/2023 | | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | | |
| DATOS PRELIMINARES | | | | |
| Datos del Proctor Modificado | | Energía de Compactación | | Disco |
| Densidad seca máxima (gr/cm3) | 2.317 | Masa de la Pesa | 4.57 kg | N.º Capas |
| Contenido de humedad óptimo | 6.80 | Altura de Caída | 45.82cm | 5 |
| Nº de Capas | 5 | | | Espaciador |
| | | | | 4.9 cm |
| Datos del Equipo de Penetración | | | | |
| Constante del anillo de Carga | $F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN) | | | Diámetro del pistón |
| | A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09 | | | 49.63 mm |
| COMPACTACIÓN | | | | |
| Nº de Golpes por Capa | Nº | 12 | 25 | 56 |
| Altura del molde | cm | 17.80 | 17.80 | 17.80 |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | 15.24 | 15.24 |
| Volumen de molde | cm3 | 2353.15 | 2353.15 | 2353.15 |
| Peso de molde | gr | 5958.30 | 7073.70 | 6203.90 |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | No Saturado | No Saturado | No Saturado |

| | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11086.55 | | | 12501.25 | | | 11731.05 | | |
| Peso de suelo húmedo | gr | 5128.25 | | | 5427.55 | | | 5527.15 | | |
| Densidad húmeda | gr/cm3 | 2.18 | | | 2.31 | | | 2.35 | | |
| Tara N° | N° | C-07 | C-08 | C-09 | C-04 | C-05 | C-06 | C-01 | C-02 | C-03 |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 55.536 | 66.247 | 70.532 | 56.112 | 70.348 | 66.102 | 56.001 | 60.125 | 63.877 |
| Tara + Suelo seco | gr | 52.594 | 62.960 | 67.056 | 52.989 | 66.759 | 62.855 | 52.959 | 56.884 | 60.475 |
| Peso de agua | gr | 2.942 | 3.287 | 3.476 | 3.123 | 3.589 | 3.247 | 3.042 | 3.241 | 3.402 |
| Peso de tara | gr | 18.280 | 18.300 | 18.830 | 18.200 | 17.660 | 18.020 | 18.470 | 19.420 | 18.470 |
| Peso de suelo seco | gr | 34.314 | 44.660 | 48.226 | 34.789 | 49.099 | 44.835 | 34.489 | 37.464 | 42.005 |
| % de humedad | % | 8.574 | 7.360 | 7.208 | 8.977 | 7.310 | 7.242 | 8.820 | 8.651 | 8.099 |
| % de humedad promedio | % | 7.714 | | | 7.843 | | | 8.523 | | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | 2.023 | | | 2.139 | | | 2.164 | | |

| Expansión | | | | | | | |
|------------|-------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Tiempo Dia | Tiempo Hora | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) |
| 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 24 | 33.00 | 0.65 | 24.00 | 0.47 | 8.00 | 0.16 |
| 2 | 48 | 33.00 | 0.65 | 24.00 | 0.47 | 8.00 | 0.16 |
| 3 | 72 | 34.00 | 0.67 | 25.00 | 0.49 | 12.00 | 0.24 |
| 4 | 96 | 34.00 | 0.67 | 25.00 | 0.49 | 12.00 | 0.24 |

| Penetración | | | | | | | | |
|-------------|-----------|---------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg2) | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) |
| 0.0000 | 0 | | 0 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 0.0250 | 0.63 | | 5 | 15.6 | 6 | 18.80 | 7 | 22.01 |

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-------------|--------------|------------------|-------------|--------------|---------------|--------------|------------|---------------|--------------|
| 0.0500 | 1.27 | | 11 | 34.8 | | 20 | 63.66 | | 25 | 79.67 | |
| 0.0750 | 1.9 | | 19 | 60.5 | | 35 | 111.68 | | 46 | 146.88 | |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 26 | 82.9 | 8.29 | 53 | 169.27 | 16.93 | 75 | 239.58 | 23.96 |
| 0.1250 | 3.17 | | 31 | 98.9 | | 73 | 233.20 | | 103 | 328.97 | |
| 0.1500 | 3.81 | | 37 | 118.1 | | 84 | 268.33 | | 147 | 469.19 | |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 42 | 134.1 | 8.94 | 104 | 332.16 | 22.14 | 199 | 634.53 | 42.30 |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 65 | 207.6 | 10.93 | 146 | 466.01 | 24.53 | 278 | 884.93 | 46.58 |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 81 | 258.7 | 11.25 | 181 | 577.34 | 25.10 | 333 | 1058.70 | 46.03 |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 97 | 309.8 | 11.92 | 217 | 691.67 | 26.60 | 379 | 1203.67 | 46.30 |
| CBR al 95% densidad máxima | | | 21.60 | DENS.95% | | 2.157 | | | | | |
| CBR al 100% densidad máxima | | | 72.63 | DENS.100% | | 2.270 | | | | | |

Figura 100. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Suelo natural más 6% cemento

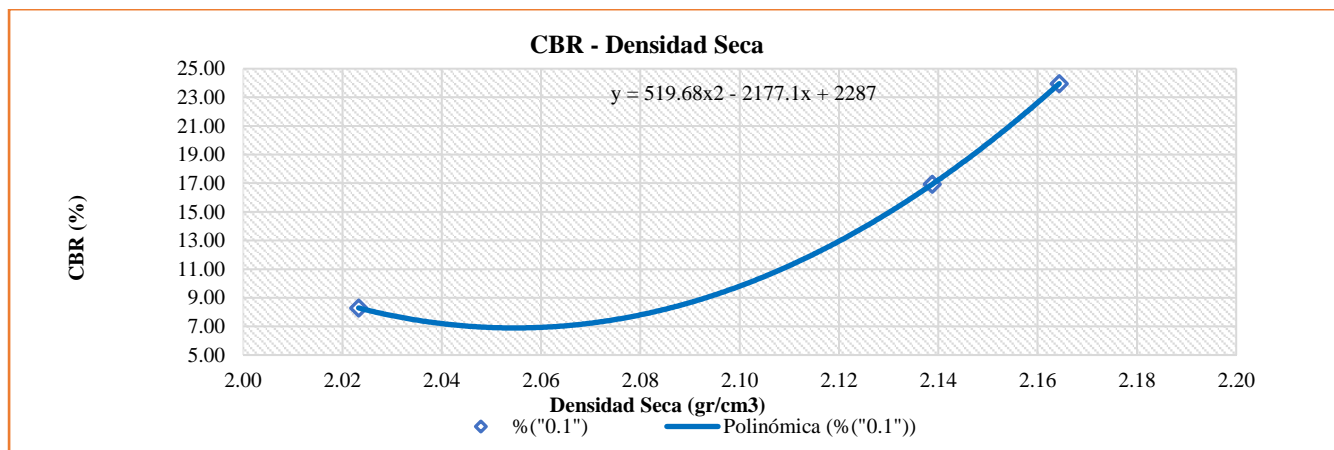


Figura 101. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Suelo natural más 6% cemento

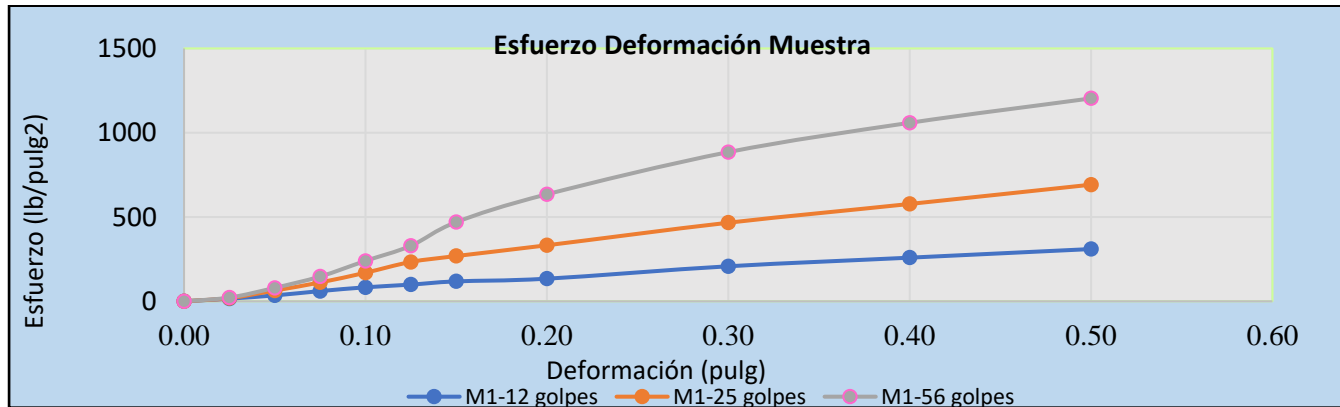



Tabla 179. Procesamiento de datos de ensayo CBR-Suelo natural más 1% Sika

| | | | |
|---|--|--------------|--|
|  Universidad Continental | UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | |
| | TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023. | | |
| Ensayo: | Ensayo (CBR) | | |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo | | |
| Fecha: | 08/11/2023 | | |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa | | |
| DATOS PRELIMINARES | | | |
| Datos del Proctor Modificado | Energía de Compactación | Disco | |

| | |
|----------------------------------|-------|
| Densidad seca máxima (gr/cm3) | 2.224 |
| Contenido de humedad óptimo | 8.4 |
| N° de Capas | 5 |

| | | | |
|------------|---------|-----------|------------|
| Espaciador | 4.57 kg | N.º Capas | Espaciador |
| 4.9 cm | 45.82cm | 5 | 4.9 cm |

| Datos del Equipo de Penetración | | | |
|---------------------------------|--|--|--|
|---------------------------------|--|--|--|

| | | | |
|---------------------------------------|--|---------------------|----------|
| Constante del anillo de Carga (KN) | $F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ A = - 0.32433 A1 = 0.05875 A2 = -5.69324*E-06 A3 = - 2.26861*E-09 | Diámetro del pistón | 49.63 mm |
|---------------------------------------|--|---------------------|----------|

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|-------------|----------|----------|-------------|--------|--------|-------------|--------|--------|
| N° de Golpes por Capa | N° | 12 | 25 | 56 | | | | | | |
| Altura del molde | cm | 17.80 | 17.80 | 17.80 | | | | | | |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | 15.24 | 15.24 | | | | | | |
| Volumen de molde | cm3 | 2353.15 | 2353.15 | 2353.15 | | | | | | |
| Peso de molde | gr | 5952.30 | 7023.60 | 6319.40 | | | | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | No Saturado | | | No Saturado | | | No Saturado | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11137.20 | 12415.20 | 11891.30 | | | | | | |
| Peso de suelo húmedo | gr | 5184.90 | 5391.60 | 5571.90 | | | | | | |
| Densidad húmeda | gr/cm3 | 2.20 | 2.29 | 2.37 | | | | | | |
| Tara N° | N° | B-07 | B-12 | B-11 | B-06 | B-01 | B-02 | B-03 | B-05 | B-10 |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 66.560 | 64.079 | 55.019 | 81.152 | 74.615 | 72.512 | 73.795 | 81.762 | 78.432 |
| Tara + Suelo seco | gr | 62.033 | 59.974 | 50.965 | 74.440 | 68.858 | 67.194 | 67.742 | 75.451 | 72.745 |
| Peso de agua | gr | 4.527 | 4.105 | 4.054 | 6.712 | 5.757 | 5.318 | 6.053 | 6.311 | 5.687 |
| Peso de tara | gr | 15.810 | 15.830 | 14.530 | 15.400 | 12.070 | 15.690 | 11.720 | 15.720 | 15.510 |
| Peso de suelo seco | gr | 46.223 | 44.144 | 36.435 | 59.040 | 56.788 | 51.504 | 56.022 | 59.731 | 57.235 |
| % de humedad | % | 9.794 | 9.299 | 11.127 | 11.369 | 10.138 | 10.325 | 10.805 | 10.566 | 9.936 |
| % de humedad promedio | % | 10.073 | | | 10.611 | | | 10.436 | | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | 2.002 | | | 2.071 | | | 2.144 | | |

| Expansión | | | | | | | |
|------------|-------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Tiempo Dia | Tiempo Hora | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) |
| 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 24 | 29.00 | 0.57 | 25.00 | 0.49 | 9.00 | 0.18 |
| 2 | 48 | 29.00 | 0.57 | 25.00 | 0.49 | 9.00 | 0.18 |
| 3 | 72 | 30.00 | 0.59 | 26.00 | 0.51 | 13.00 | 0.26 |
| 4 | 96 | 31.00 | 0.61 | 26.00 | 0.51 | 14.00 | 0.28 |

| Penetración | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------------|---------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------|--------------------------|------------|---------------|--------------|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg2) | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | | Molde N.º 03 (56) | | | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | | | |
| 0.0000 | 0 | | 0 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | | | |
| 0.0250 | 0.63 | | 4 | 12.4 | 7 | 22.01 | 8 | 25.21 | | | |
| 0.0500 | 1.27 | | 9 | 28.4 | 21 | 66.86 | 26 | 82.87 | | | |
| 0.0750 | 1.9 | | 17 | 54.0 | 35 | 111.68 | 47 | 150.08 | | | |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 31 | 98.9 | 9.89 | 52 | 166.07 | 16.61 | 81 | 258.75 | 25.87 |
| 0.1250 | 3.17 | | 37 | 118.1 | | 63 | 201.24 | | 117 | 373.62 | |
| 0.1500 | 3.81 | | 44 | 140.5 | | 74 | 236.39 | | 148 | 472.38 | |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 51 | 162.9 | 10.86 | 94 | 300.25 | 20.02 | 200 | 637.71 | 42.51 |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 69 | 220.4 | 11.60 | 138 | 440.53 | 23.19 | 279 | 888.09 | 46.74 |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 91 | 290.7 | 12.64 | 172 | 548.73 | 23.86 | 334 | 1061.85 | 46.17 |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 115 | 367.2 | 14.12 | 208 | 663.10 | 25.50 | 380 | 1206.82 | 46.42 |
| CBR al 95%densidad máxima | | | 20.15 | | DENS.95% | | 2.101 | | | | |
| CBR al 100%densidad máxima | | | 36.62 | | DENS.100% | | 2.212 | | | | |

Figura 102. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Suelo natural más 1% Sika

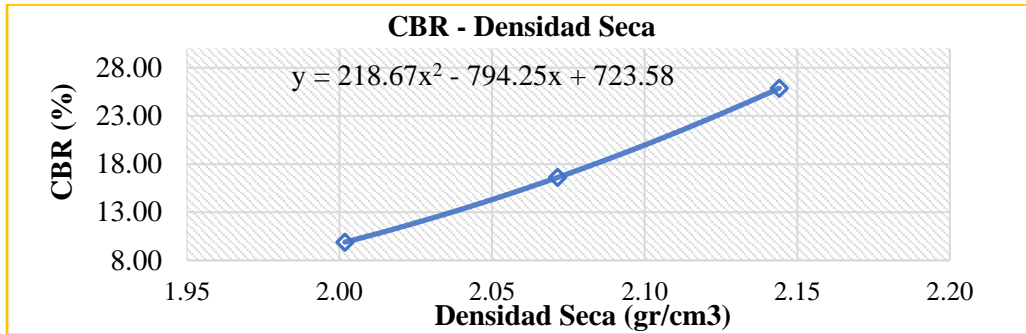


Figura 103. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Suelo natural más 1% Sika

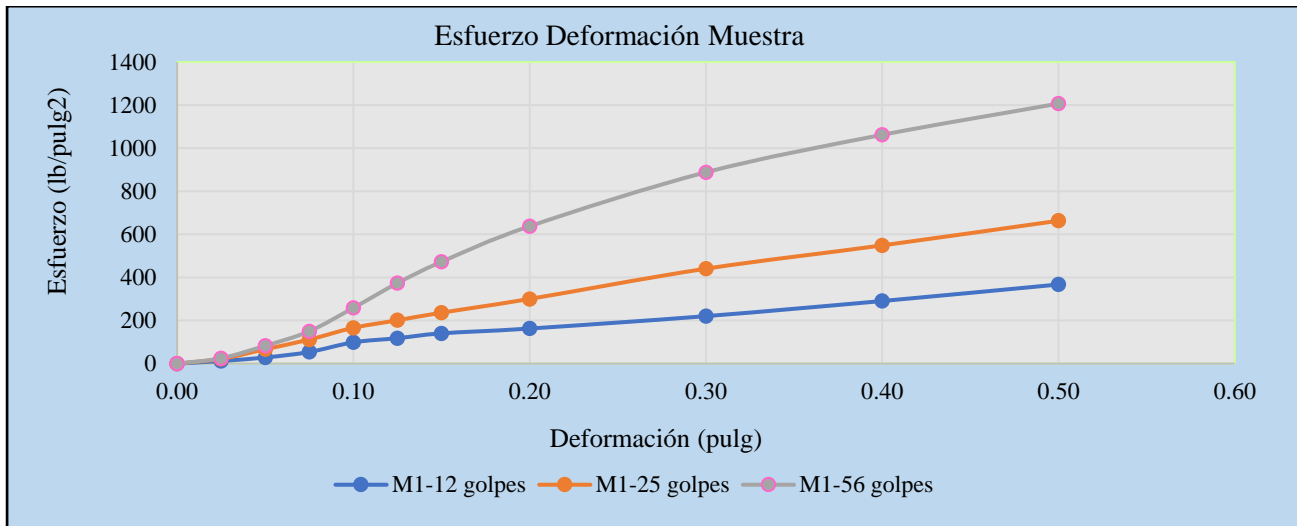


Tabla 180. Procesamiento de datos ensayo CBR-Suelo natural más 2% Sika



Universidad
Continental

**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

| | |
|--------------------|--|
| Ensayo: | Ensayo (CBR) |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo |
| Fecha: | 09/11/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Proctor Modificado | | Energía de Compactación | | Disco |
|--|--------|-------------------------|---------|------------|
| Densidad seca máxima (gr/cm ³) | 2.2805 | Masa de la Pesa | 4.57 kg | N.º Capas |
| Contenido de humedad óptimo | 6.2 | Altura de Caída | 45.82cm | Espaciador |
| Nº de Capas | 5 | | 5 | 4.9 cm |

Datos del Equipo de Penetración

| | | |
|-------------------------------|--|---------------------|
| Constante del anillo de Carga | $F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN) | Diámetro del pistón |
| | A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09 | 49.63 mm |

COMPACTACIÓN

| Nº de Golpes por Capa | Nº | 12 | 25 | 56 |
|-----------------------|-----------------|---------|---------|---------|
| Altura del molde | cm | 17.80 | 17.80 | 17.80 |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | 15.24 | 15.24 |
| Volumen de molde | cm ³ | 2353.15 | 2353.15 | 2353.15 |

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|--|
| Peso de molde | gr | 6452.20 | | | | | 7101.30 | | | 6525.40 | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | No Saturado | | | No Saturado | | | No Saturado | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11546.20 | | | | | 12466.30 | | | 11982.50 | |
| Peso de suelo húmedo | gr | 5094.00 | | | | | 5365.00 | | | 5457.10 | |
| Densidad húmeda | gr/cm3 | 2.16 | | | | | 2.28 | | | 2.32 | |
| Tara N° | N° | C-16 | C-17 | C-18 | C-13 | C-14 | C-15 | C-10 | C-11 | C-12 | |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 71.990 | 78.520 | 73.146 | 64.176 | 76.644 | 78.406 | 63.409 | 63.542 | 74.044 | |
| Tara + Suelo seco | gr | 68.036 | 74.213 | 69.110 | 60.501 | 72.095 | 73.736 | 59.989 | 60.082 | 70.164 | |
| Peso de agua | gr | 3.954 | 4.307 | 4.036 | 3.675 | 4.549 | 4.670 | 3.420 | 3.460 | 3.880 | |
| Peso de tara | gr | 19.020 | 18.590 | 19.270 | 19.040 | 18.100 | 18.060 | 18.170 | 17.820 | 18.250 | |
| Peso de suelo seco | gr | 49.016 | 55.623 | 49.840 | 41.461 | 53.995 | 55.676 | 41.819 | 42.262 | 51.914 | |
| % de humedad | % | 8.067 | 7.743 | 8.098 | 8.864 | 8.425 | 8.388 | 8.178 | 8.187 | 7.474 | |
| % de humedad promedio | % | 7.969 | | | 8.559 | | | 7.946 | | | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | 2.005 | | | 2.100 | | | 2.148 | | | |

| Expansión | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|----------------|
| Tiempo Dia | Tiempo Dia | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura |
| 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 24 | 31.00 | 0.61 | 26.00 | 0.51 | 10.00 | 0.20 |
| 2 | 48 | 31.00 | 0.61 | 26.00 | 0.51 | 10.00 | 0.20 |
| 3 | 72 | 32.00 | 0.63 | 27.00 | 0.53 | 11.00 | 0.22 |
| 4 | 96 | 33.00 | 0.65 | 27.00 | 0.53 | 11.00 | 0.22 |

| Penetración | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|--------------|-------------------|-----------------------------|--------------|-------------------|-----------------------------|--------------|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg2) | Molde N.º 01 (12) | | | Molde N.º 02 (25) | | | Molde N.º 03 (56) | | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | |
| 0.0000 | 0 | | 0 | 0.0 | | 0 | 0.00 | | 0 | 0.00 | |
| 0.0250 | 0.63 | | 5 | 15.6 | | 7 | 22.01 | | 9 | 28.42 | |
| 0.0500 | 1.27 | | 12 | 38.0 | | 21 | 66.86 | | 29 | 92.48 | |
| 0.0750 | 1.9 | | 21 | 66.9 | | 34 | 108.48 | | 49 | 156.48 | |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 30 | 95.7 | 9.57 | 49 | 156.48 | 15.65 | 78 | 249.17 | 24.92 |
| 0.1250 | 3.17 | | 38 | 121.3 | | 63 | 201.24 | | 119 | 379.99 | |
| 0.1500 | 3.81 | | 45 | 143.7 | | 74 | 236.39 | | 151 | 481.93 | |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 52 | 166.1 | 11.07 | 94 | 300.25 | 20.02 | 203 | 647.23 | 43.15 |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 72 | 230.0 | 12.11 | 138 | 440.53 | 23.19 | 283 | 900.74 | 47.41 |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 95 | 303.4 | 13.19 | 172 | 548.73 | 23.86 | 338 | 1074.47 | 46.72 |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 119 | 380.0 | 14.62 | 208 | 663.10 | 25.50 | 386 | 1225.71 | 47.14 |
| CBR al 95%densidad máxima | | 26.90 | DENS.95% | | | 2.157 | | | | | |
| CBR al 100%densidad máxima | | 66.85 | DENS.100% | | | 2.270 | | | | | |

Figura 104. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Suelo natural más 2% Sika

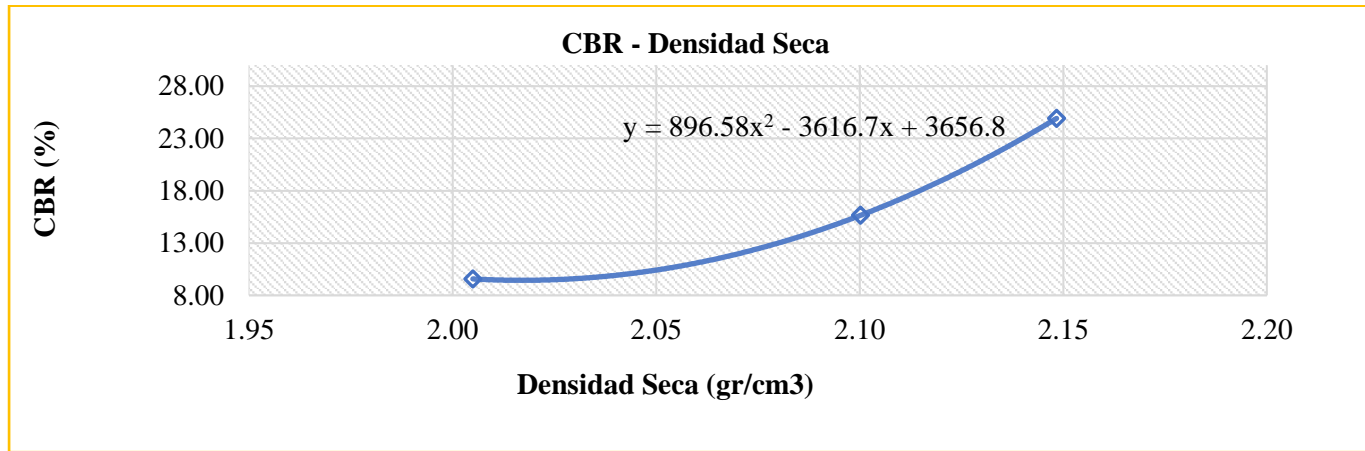


Figura 105. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Suelo natural más 2% Sika

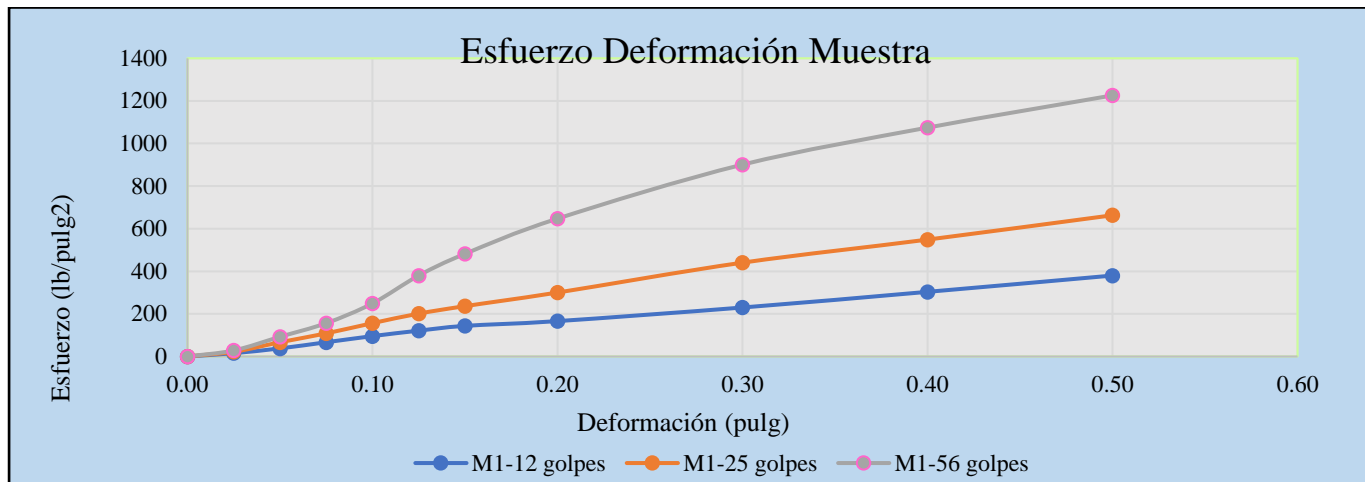


Tabla 181. Procesamiento de datos ensayo CBR - Suelo natural más 6% de cemento más 1% Sika



Universidad
Continental

**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN – CUSCO -2023.

| | |
|--------------------|--|
| Ensayo: | Ensayo (CBR) |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo |
| Fecha: | 10/11/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

DATOS PRELIMINARES

| Datos del Proctor Modificado | | Energía de Compactación | | Disco |
|--|-------|-------------------------|---------|------------|
| Densidad seca máxima (gr/cm ³) | 2.252 | Masa de la Pesa | 4.57 kg | Espaciador |
| Contenido de humedad óptimo | 6.1 | Altura de Caída | 45.82cm | 4.9 cm |
| N° de Capas | 5 | | | |

Datos del Equipo de Penetración

| | | |
|--------------------------------------|--|----------------------------|
| Constante del anillo de Carga | $F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ (KN) A= - 0.32433 A1 = 0.05875 A2= -5.69324*E-06 A3= - 2.26861*E-09 | Diámetro del pistón |
| | | 49.63 mm |

COMPACTACIÓN

| | | 12 | 25 | 56 |
|--------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| N° de Golpes por Capa | N° | | | |
| Altura del molde | cm | 17.80 | 17.80 | 17.80 |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | 15.24 | 15.24 |
| Volumen de molde | cm ³ | 2353.15 | 2353.15 | 2353.15 |
| Peso de molde | gr | 6325.30 | 7112.50 | 6405.60 |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | No Saturado | No Saturado | No Saturado |

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--|
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11315.20 | | | | | 12489.30 | | | 11846.70 | |
| Peso de suelo húmedo | gr | 4989.90 | | | | | 5376.80 | | | 5441.10 | |
| Densidad húmeda | gr/cm3 | 2.12 | | | | | 2.28 | | | 2.31 | |
| Tara N° | N° | C-07 | C-08 | C-09 | C-04 | C-05 | C-06 | C-01 | C-02 | C-03 | |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 70.364 | 71.462 | 69.275 | 75.606 | 67.360 | 74.399 | 74.435 | 79.800 | 84.460 | |
| Tara + Suelo seco | gr | 66.306 | 67.090 | 65.658 | 70.750 | 63.165 | 70.425 | 70.895 | 74.890 | 78.626 | |
| Peso de agua | gr | 4.058 | 4.372 | 3.617 | 4.856 | 4.195 | 3.974 | 3.540 | 4.910 | 5.834 | |
| Peso de tara | gr | 18.280 | 18.300 | 18.830 | 18.200 | 17.660 | 18.020 | 18.470 | 19.420 | 18.140 | |
| Peso de suelo seco | gr | 48.026 | 48.790 | 46.828 | 52.550 | 45.505 | 52.405 | 52.425 | 55.470 | 60.486 | |
| % de humedad | % | 8.450 | 8.961 | 7.724 | 9.241 | 9.219 | 7.583 | 6.753 | 8.852 | 9.645 | |
| % de humedad promedio | % | 8.378 | | | | | 8.681 | | | 8.416 | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | 1.957 | | | | | 2.102 | | | 2.133 | |

| Expansión | | | | | | | |
|------------|------------|-------------------|------------------|-------------------|---------|-------------------|---------|
| Tiempo Día | Tiempo Día | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura |
| 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 24 | 32.00 | 0.63 | 29.00 | 0.57 | 13.00 | 0.26 |
| 2 | 48 | 33.00 | 0.65 | 30.00 | 0.59 | 14.00 | 0.28 |
| 3 | 72 | 34.00 | 0.67 | 31.00 | 0.61 | 15.00 | 0.30 |
| 4 | 96 | 34.00 | 0.67 | 31.00 | 0.61 | 15.00 | 0.30 |

| Penetración | | | | | | | | |
|-------------|-----------|---------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg2) | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) |
| 0.0000 | 0 | | 0 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 0.0250 | 0.63 | | 6 | 18.8 | 8 | 25.21 | 9 | 28.42 |

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| 0.0500 | 1.27 | | 13 | 41.2 | | 22 | 70.06 | | 29 | 92.48 | |
| 0.0750 | 1.9 | | 21 | 66.9 | | 35 | 111.68 | | 49 | 156.48 | |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 27 | 86.1 | 8.61 | 48 | 153.28 | 15.33 | 75 | 239.58 | 23.96 |
| 0.1250 | 3.17 | | 35 | 111.7 | | 61 | 194.85 | | 113 | 360.86 | |
| 0.1500 | 3.81 | | 41 | 130.9 | | 72 | 230.00 | | 141 | 450.09 | |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 51 | 162.9 | 10.86 | 92 | 293.87 | 19.59 | 189 | 602.77 | 40.18 |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 68 | 217.2 | 11.43 | 136 | 434.16 | 22.85 | 269 | 856.45 | 45.08 |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 85 | 271.5 | 11.81 | 170 | 542.37 | 23.58 | 324 | 1030.29 | 44.80 |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 106 | 338.5 | 13.02 | 206 | 656.76 | 25.26 | 372 | 1181.63 | 45.45 |
| CBR al 95% densidad máxima | | | 29.92 | | | DENS.95% | | | 2.150 | | |
| CBR al 100% densidad máxima | | | 89.32 | | | DENS.100% | | | 2.263 | | |

Figura 106. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Suelo natural más 6% de cemento más 1% Sika

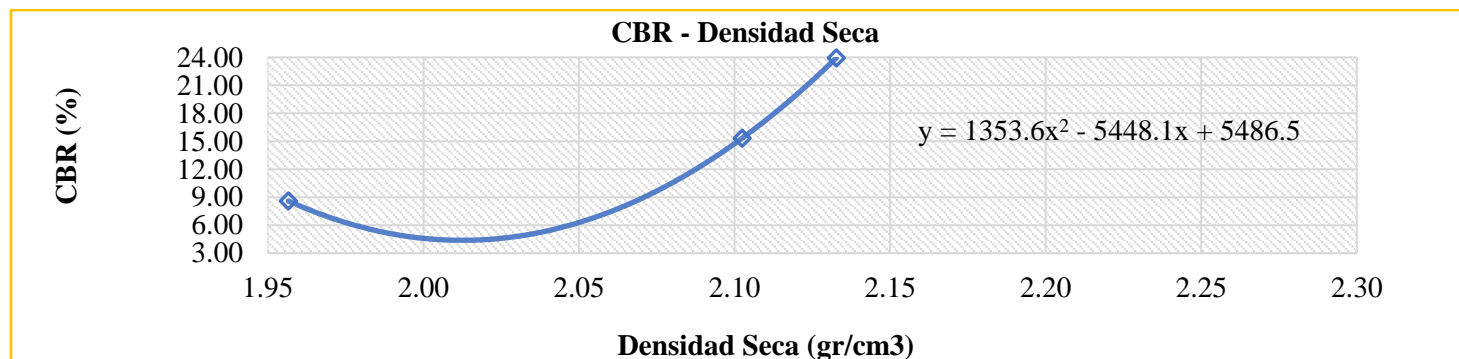


Figura 107. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Suelo natural más 6% de cemento más 1% Sika

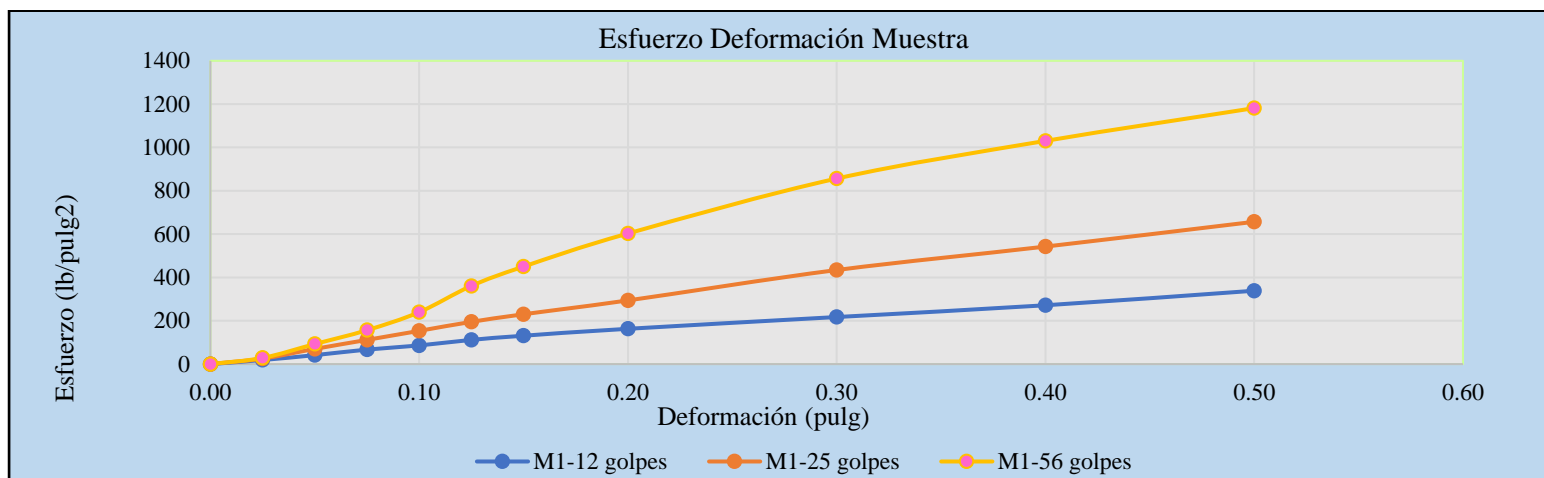



Tabla 182. Procesamiento de datos ensayo CBR - Suelo natural más 5% de cemento más 2% Sika

| | |
|---|--|
|  <p>Universidad Continental</p> | <p>UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p> |
| <p>TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.</p> | |
| Ensayo: | Ensayo (CBR) |
| Referencia: | MTC E 132 CBR del Suelo |
| Fecha: | 11/11/2023 |
| Tesista: | Consuelo Mariela de Latorre Bolívar; Yuval Huayhua Hanampa |

| DATOS PRELIMINARES | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|-------------|-------------------------|---------|-------------|------------|--------|-------------|--------|---------------------|
| Datos del Proctor Modificado | | | Energía de Compactación | | | | Disco | | | |
| Densidad seca máxima (gr/cm3) | 2.181 | | Masa de la Pesa | 4.57 kg | N.º Capas | Espaciador | | | | |
| Contenido de humedad óptimo | 8.6 | | Altura de Caída | 45.82cm | 5 | 4.9 cm | | | | |
| Nº de Capas | 5 | | | | | | | | | |
| Datos del Equipo de Penetración | | | | | | | | | | |
| Constante del anillo de Carga (KN) | $F = A0 + A1 * X^1 + A2 * X^2 + A3 * X^3$ | | | | | | | | | Diámetro del pistón |
| | A = - 0.32433 A1 = 0.05875 A2 = - 5.69324 * E-06 A3 = - 2.26861 * E-09 | | | | | | | | | 49.63 mm |
| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | |
| Nº de Golpes por Capa | # | 12 | | | 25 | | | 56 | | |
| Altura del molde | cm | 17.80 | | | 17.80 | | | 17.80 | | |
| Diámetro de molde | cm | 15.24 | | | 15.24 | | | 15.24 | | |
| Volumen de molde | cm3 | 2353.15 | | | 2353.15 | | | 2353.15 | | |
| Peso de molde | gr | 6228.90 | | | 7099.80 | | | 5963.30 | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | No Saturado | | | No Saturado | | | No Saturado | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | gr | 11023.40 | | | 12420.20 | | | 11485.00 | | |
| Peso de suelo húmedo | gr | 4794.50 | | | 5320.40 | | | 5521.70 | | |
| Densidad húmeda | gr/cm3 | 2.04 | | | 2.26 | | | 2.35 | | |
| Tara N° | N° | C-07 | C-08 | C-09 | C-04 | C-05 | C-06 | C-01 | C-02 | C-03 |
| Tara + Suelo húmedo | gr | 80.611 | 76.469 | 68.235 | 73.191 | 76.089 | 68.008 | 73.844 | 80.260 | 66.049 |
| Tara + Suelo seco | gr | 75.953 | 72.420 | 64.268 | 69.288 | 72.086 | 64.168 | 69.817 | 76.417 | 62.928 |
| Peso de agua | gr | 4.658 | 4.049 | 3.967 | 3.903 | 4.003 | 3.840 | 4.027 | 3.843 | 3.121 |
| Peso de tara | gr | 18.280 | 18.300 | 18.830 | 18.280 | 17.660 | 18.020 | 18.470 | 19.420 | 18.140 |
| Peso de suelo seco | gr | 57.673 | 54.120 | 45.438 | 51.008 | 54.426 | 46.148 | 51.347 | 56.997 | 44.788 |
| % de humedad | % | 8.077 | 7.482 | 8.731 | 7.652 | 7.355 | 8.321 | 7.843 | 6.742 | 6.968 |
| % de humedad promedio | % | 8.096 | | | 7.776 | | | 7.185 | | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | 1.885 | | | 2.098 | | | 2.189 | | |

Expansión

| Tiempo Dia | Tiempo Hora | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | |
|------------|-------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) | Lectura | Hinchamiento (%) |
| 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 24 | 23.00 | 0.45 | 18.00 | 0.35 | 9.00 | 0.18 |
| 2 | 48 | 24.00 | 0.47 | 18.00 | 0.35 | 10.00 | 0.20 |
| 3 | 72 | 25.00 | 0.49 | 19.00 | 0.37 | 12.00 | 0.24 |
| 4 | 96 | 26.00 | 0.51 | 20.00 | 0.39 | 13.00 | 0.26 |

| | | Penetración | | | | | | | | | |
|---------------|-------------|---------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|------------|---------------|--------------|
| Pulgada | Milímetro | Presión patrón (lb/pulg2) | Molde N.º 01 (12) | | Molde N.º 02 (25) | | Molde N.º 03 (56) | | | | |
| | | | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | Lectura Dial | Presión suelo (lb/pulg2) | | | |
| 0.0000 | 0 | | 0 | 0.0 | 0 | 0.00 | | 0 | 0.00 | | |
| 0.0250 | 0.63 | | 4 | 12.4 | 8 | 25.21 | | 10 | 31.62 | | |
| 0.0500 | 1.27 | | 9 | 28.4 | 26 | 82.87 | | 43 | 137.28 | | |
| 0.0750 | 1.9 | | 14 | 44.4 | 54 | 172.47 | | 77 | 245.97 | | |
| 0.1000 | 2.54 | 1000 | 19 | 60.5 | 6.05 | 76 | 242.78 | 24.28 | 112 | 357.68 | 35.77 |
| 0.1250 | 3.17 | | 22 | 70.1 | 93 | 297.06 | | 151 | 481.93 | | |
| 0.1500 | 3.81 | | 28 | 89.3 | 109 | 348.11 | | 186 | 593.23 | | |
| 0.2000 | 5.08 | 1500 | 35 | 111.7 | 7.45 | 133 | 424.61 | 28.31 | 251 | 799.46 | 53.30 |
| 0.3000 | 7.62 | 1900 | 44 | 140.5 | 7.39 | 175 | 558.27 | 29.38 | 346 | 1099.70 | 57.88 |
| 0.4000 | 10.16 | 2300 | 56 | 178.9 | 7.78 | 207 | 659.93 | 28.69 | 409 | 1298.05 | 56.44 |
| 0.5000 | 12.7 | 2600 | 64 | 204.4 | 7.86 | 238 | 758.26 | 29.16 | 463 | 1467.59 | 56.45 |

| | | | |
|------------------------------------|--------------|------------------|--------------|
| CBR al 95% densidad máxima | 27.14 | DENS.95% | 2.122 |
| CBR al 100% densidad máxima | 42.20 | DENS.100% | 2.234 |

Figura 108. Gráfica de CBR vs Densidad seca – Suelo natural más 5% de cemento más 2% Sika

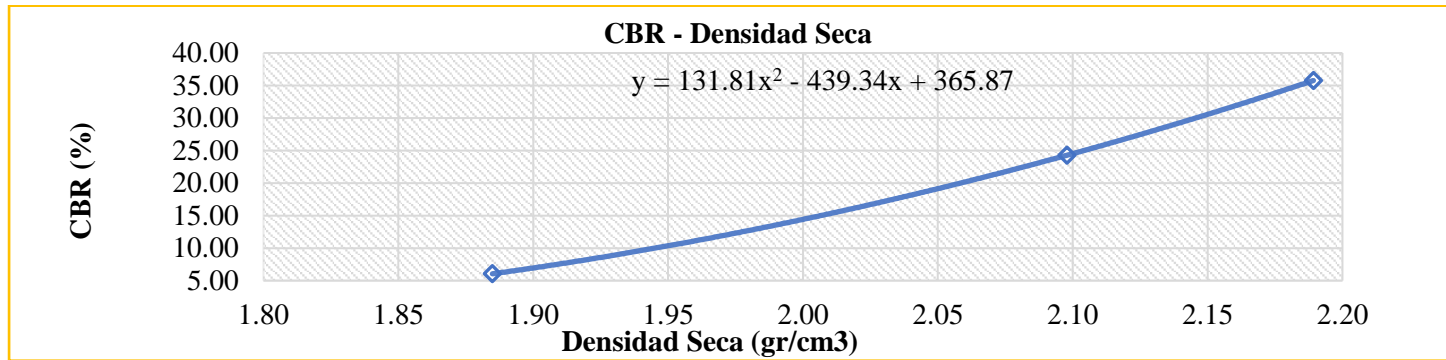
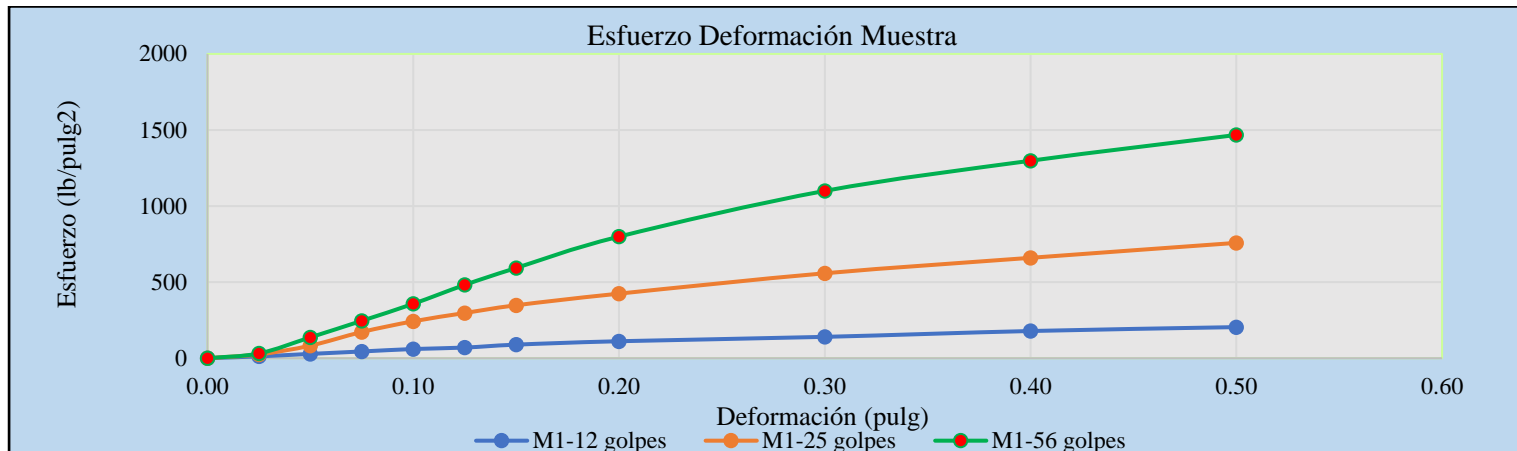


Figura 109. Gráfica de Esfuerzo vs Deformación – Suelo natural más 5% de cemento más 2% Sika

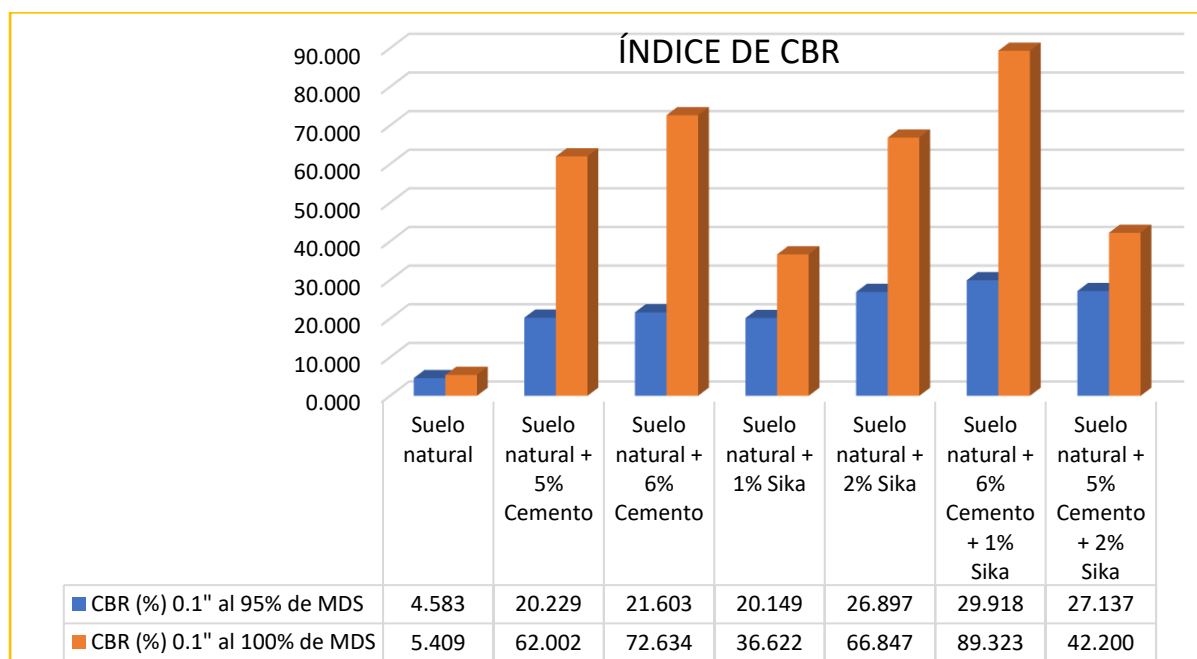


4.1.9. Resumen de procesamiento de datos de CBR con los aditivos Cemento tipo IP y Sika

Tabla 183. Resumen de ensayo de laboratorio de CBR con los aditivos cemento IP más Sika

| Número | Muestras | CBR (%) 0.1" al 95% de MDS | CBR (%) 0.1" al 100% de MDS |
|--------|--------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1 | Suelo natural | 4.583 | 5.409 |
| 2 | Suelo natural + 5% Cemento | 20.229 | 62.002 |
| 3 | Suelo natural + 6% Cemento | 21.603 | 72.634 |
| 4 | Suelo natural + 1% Sika | 20.149 | 36.622 |
| 5 | Suelo natural + 2% Sika | 26.897 | 66.847 |
| 6 | Suelo natural + 6% Cemento + 1% Sika | 29.918 | 89.323 |
| 7 | Suelo natural + 5% Cemento + 2% Sika | 27.137 | 42.200 |

Figura 110. Resumen de ensayo de laboratorio, con los aditivos cemento IP más Sika



Se observa en la figura 110 (Gráfico resumen de Ensayo (CBR)) nos muestra los valores de CBR de 0.1" al 95% de la densidad máxima seca por cada combinación, en el cual se puede observar que la combinación **suelo natural más 1% de Sika** tiene un valor de 20.149%, así como al 100% de la densidad máxima seca nos da como resultado de 36.622%, los cuales son valores mínimos, igual estaría en la categoría de la **subrasante muy buena** según la manual de carreteras que nos indica que CBR mayores o iguales a 20% pero menores a 30%. De la misma manera nos muestra los valores de CBR de 0.1" al 95% de la densidad máxima seca, se puede

apreciar la combinación de suelo natural más 6% de cemento IP con 1% de Sika, un valor de 29.918%, así como al 100% de la densidad máxima seca nos da como resultado de 89.323% que serían valores máximos, el cual estaría en la **categoría de Sub rasante Excelente** que según manual de carretas nos indica que deben ser CBR mayores o iguales a 30%.

Tabla 184. *Categoría de la Subrasante-manual de carreteras, sección suelos y pavimentos*

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

Nota: Tomado de Manual de carreteras R.D. N° 10-2014-MTC/14, 2014, p.35

4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En esta ocasión, se realizarán las discusiones de los datos obtenidos, con los antecedentes de la investigación establecidos en el capítulo II, donde vamos a comparar los resultados, así como las variaciones en cada uno de los aspectos estudiados.

OE1: Analizar en qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE, determina la plasticidad del suelo de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera- Mandor; - Maranura, - La Convención – Cusco - 2023.

Según Nesterenko (2018), indica en su investigación desempeño de suelos Estabilizados Con Polímeros, en donde se hizo análisis de 5 tipos de suelos, los cuales ha denominado A,B,C,D y E, las muestras de suelo C y E presentan una reducción moderada del IP (16.166%), siendo clasificados dentro de la familia de las gravas, así mismo el valor más alto reportado en relación a la reducción de IP representa el suelo C (18.18%) siendo este suelo clasificado dentro de la familia de las arcillas, suelos finos, no siendo analizado los suelos A y E por ser suelos no plásticos, en concreto se **concluye que por la incorporación de la aditivo RAM reduce el IP de los suelos ensayados.**

En nuestra investigación la índice plasticidad del suelo natural (calicata N°05) es de 3.56%, con las combinaciones se ha incrementado de un mínimo de 5.25% a un máximo de 9.94% en las combinaciones de suelo natural más 5% de cemento y suelo natural más 2% de Sika respectivamente, con ello se está demostrando que el IP a medida que se incrementando se va volviendo un suelo arcilloso y suelos arcillosos de poca plasticidad, así mismo para materiales

de afirmado el índice de plasticidad debe oscilar entre 4%-12%, los materiales fuera de ese rango serán sujetos a estabilización con algún aditivo, según manual de carreteras-2014. En nuestra investigación el IP se incrementa de 5.25% hasta un valor máximo de 9.94% lo cual estaríamos contribuyendo a que la subrasante tenga mayor cohesión entre las partículas.

OE2: Analizar en qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE, determina el grado de compactación del suelo de subrasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera -Mandor; -Maranura, - La Convención – Cusco – 2023.

Según Nesterenko (2018), en su investigación desempeño de suelos Estabilizados Con Polímeros, en el análisis de la a máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad de los suelos A, B,C,D y E, las muestras de los suelos B y C presentan un incremento moderado de MDD de 0.86% - 0.18% respectivamente, así mismo presentan reducción de OCH de las muestra B y D de 7.14% - 9.52% respectivamente, así mismo el valor más alto reportado en relación a la reducción del OCH representa el suelo C de 13.16%

Se demuestra que al incorporar aditivo PAM incrementa la densificación de los suelos mediante la reorientación de las partículas existentes dentro del paquete estructural que conforma la capa de pavimento estabilizado, así como también disminuye el óptimo contenido de humedad.

En nuestra investigación la densidad máxima seca se ha incrementado siendo la combinación de suelo natural más 5% de cemento un valor de 2.271 (gr/cm³) con un contenido de humedad óptimo de 7.5%, a excepción de la combinación de suelo natural más 1% de Sika a disminuido a un valor de 2.212 (gr/cm³) respecto del suelo natural patrón que se tiene un valor de 2.252(gr/cm³), así mismo el Contenido de humedad óptimo se ha incrementado en todas las combinaciones llegando a máximo de 8.2% en la combinación de suelo natural más 2% de Sika, con ello podemos demostrar que al incrementar las combinaciones de diferentes porcentajes de aditivos se incrementa la densidad de la sub rasante en estudio, así como también se incrementa el Contenido de humedad óptimo.

OE3: Analizar en qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE, determina el CBR del suelo de la sub rasante de la carretera Cooperativa Agraria Cafetalera - Mandor; - Maranura, - La Convención – Cusco – 2023

Según Sulla (2018), indica en su investigación, aplicación del producto polímero Sika Dust Seal PE en caminos no pavimentados, obtuvo como resultado un incremento de la capacidad de soporte en un 13.9%

Así mismo el investigador Chinchay (2018), al evaluar la adición de SIKA DUST Seal PE, incremento el valor de soporte de California (CBR) en un 95% la densidad seca máxima para

un 0.1” de penetración aumentando a la calicata 01 en un 27,91%, la calicata 02 en un 30,23%, la calicata N°03 en un 19,55% y a la calicata 04 en un 28,23%

Por otro lado, Fernández (2017), al incorporar el aditivo Terrazyme para la estabilización de suelo arcilloso de sub rasante, la capacidad de soporte aumento en 19% en la calicata 7.

Coronado (2020), en su investigación denominado, estabilización de suelos granulares al adicionar bacterias calcificantes aumento la capacidad de soporte de 0.32% a 5.44% de esa manera mejora las propiedades físico mecánicas de los suelos granulares no cohesivos.

Por otro lado, en nuestra investigación previo a la determinación de la calicata más crítica que sería la calicata N°05, obtuvimos como resultado para un CBR al 95% un 4.58% para la muestra patrón, sin embargo, al incorporar al suelo natural 5% de cemento, 6% de cemento, 1% de SIKA DUST Seal PE, 2% de SIKA DUST Seal PE, 6% de cemento y 1% de SIKA DUST Seal PE y finalmente 5% de cemento y 2% de SIKA DUST Seal PE, obtenemos como resultados de capacidad de soporte de 20.229%, 21.603%, 20.149%, 26.897%, 29.918% y 27.137% respectivamente.

Al comparar los resultados de los autores mencionados anteriormente, con nuestros resultados obtenemos una variación, debido a la adición de diferentes proporciones de cemento tipo IP y SIKA DUST Seal PE a la muestra de la subrasante.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Se logró el objetivo general que menciona: “La adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, incide positivamente en la estabilización del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera – Mandor - Maranura -La Convención – Cusco - 2023.

Con la adición de aditivos de cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE, se hicieron los ensayos correspondientes de límites de consistencia y Proctor modificado para así poder tener el Contenido de humedad óptimo y la densidad máxima seca, con ello determinar el valor de CBR a un 95% de la densidad máxima seca, que evidentemente ha tenido una mejora significativa con respecto al suelo natural, en todas las combinaciones ha resultado un valor de CBR por encima de 20% tal como indica la Tabla N° 183. Así como también el índice de plasticidad se ha incrementado lo cual a medida que se va incrementando se volviendo un suelo arcilloso y suelos arcillosos de poca plasticidad según manual de carreteras, con lo cual podemos decir que contribuye a la estabilización de suelo. Por otro lado, se ha incrementado el

grado de compactación en varias combinaciones, con todo ello estaríamos cumpliendo la estabilización de la sub rasante de la carretera en estudio.

No se rechaza la **primera hipótesis específica** que menciona: “La adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE modifica positivamente en la plasticidad del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera – Mandor- Maranura- La Convención – Cusco - 2023.

Ya que según la Tabla 169 que se presenta – Resumen de los ensayos de límites de consistencia, se puede observar mientras se le adiciona la cantidad de cemento en 5%, 6%, Sika en 1%,2% y las combinaciones, el Índice plasticidad se incrementa hasta un máximo de 9.94%, esta cuando se le adiciona suelo natural más 2% de Sika. Con esto estaríamos demostrando que al adicionar los aditivos al suelo natural esta modifica positivamente en la plasticidad del suelo de la sub rasante de la carretera en estudio. Se concluye entonces que al adicionar más aditivos como el cemento y la Sika va mejorar la estabilidad del suelo, debido a que va tener mayor cohesión entre las partículas, además los resultados están dentro del rango de 4%-12% según manual de carreteras -2014.

No se rechaza la **segunda hipótesis específica** que menciona: “La adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, altera positivamente en el grado de compactación del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera - Mandor; - Maranura, - La Convención – Cusco - 2023”.

Ya que según la Tabla 176 - resumen ensayos de compactación, se puede observar que mientras se le adicionaba la cantidad de cemento de 5%, 6%, 2 % de Sika y 6% de cemento más 1% de Sika el peso específico se incrementa en un promedio en 2.27 gr/cm³, así como también disminuye cuando se le adiciona al suelo natural 1% de Sika y 5% de cemento más 2% de Sika en un promedio de 2.22%. con lo cual se concluye que tendrá mayor densidad cuando mayor sea el cemento y el aditivo Sika.

No se rechaza la **tercera hipótesis específica** que menciona: “La adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, incide positivamente en el CBR del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera - Mandor; - Maranura, - La Convención – Cusco - 2023”. Ya que según la Tabla 183 nos muestra los valores de CBR de 0.1” al 95% de la densidad máxima seca por cada combinación, en el cual se puede observar que la combinación **suelo natural más 1% de Sika** tiene un valor de 20.149%, así como al 100% de la densidad máxima seca nos da como resultado de 36.622%, los cuales son valores mínimos, igual estaría en la categoría de la **subrasante muy buena** según la manual de carreteras que nos indica que CBR mayores o iguales a 20% pero menores a 30%. De la misma manera nos muestra los valores de

CBR de 0.1” al 95% de la densidad máxima seca, se puede apreciar la combinación de suelo natural más 6% de cemento IP con 1% de Sika, un valor de 29.918%, así como al 100% de la densidad máxima seca nos da como resultado de 89.323% que serían valores máximos, el cual estaría en la **categoría de Sub rasante Excelente** que según manual de carretas nos indica que deben ser CBR mayores o iguales a 30%.

Se concluye que a medida que se incrementa los aditivos tanto cemento y Sika los valores de CBR se incrementa.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar los ensayos correspondientes con la adición de aditivos como el cemento, Sika y la combinación de ellos para el mejoramiento de la capacidad portante de sub rasante, para su respectiva ejecución a fin de no presentar problemas en futuro.
- Se recomienda que, con la adición de cemento de 5% es suficiente para lograr el CBR para la capa subrasante, por supuesto que en los resultados se logró obtener de categoría subrasante muy buena a excelentes, según manual de carreteras de suelos y pavimentos.
- Se recomienda que, al momento de realizar el Ensayo (CBR), en la etapa de penetración se realice con una maquina digitalizada a fin de mejorar y tener mayor asertividad de los resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **LOZANO BOCANEGRA, Eugenio; RUIZ RAMOS, José Miguel y ALFONSO PÉREZ, Juan Carlos.** *Análisis del mejoramiento de un suelo de subrasante con un aditivo orgánico.* Facultad de Ingeniería especialización en ingeniería de pavimentos Bogotá D.C., Universidad Católica de Colombia. 2015. pág. 10, Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Ingeniería de Pavimentos.
2. **ENCISO HUAMÁN, Hubert y FLORES DEL VILLAR, James Hamilton.** *Estabilización de Suelos con Aditivo Proes, Caso: Centro.* Facultad de ingeniería y arquitectura, Universidad Cesar Vallejo. Pasco : s.n., 2021. pág. 8, Tesis de grado para optar título profesional de ingeniero civil.
3. **MANRIQUE REYNAGA, Jasmell Frank.** *Aplicación de aceite sulfonado para mejorar la subrasante en la avenida “la cultura” distrito de Pacucha, Andahuaylas, Apurímac - 2020.* facultad de ingeniería y arquitectura, escuela profesional de ingeniería civil, Universidad Cesar Vallejo. 2020. pág. 11, Tesis de grado para optar título profesional de ingeniero civil.
4. **Sika® Dust Seal PE.** Supresor de polvo y estabilizador de suelos. *Hoja técnica.* 2019.
5. **GEOPELYMERSOLUTIONS.** [consulta: 11 enero 2023]. Disponible en: [En línea] <https://www.geopolymertech.com/es/estabilizacion-del-suelo/>.
6. **VOOTTIPRUEX, Panich, y otros.** Estabilización de Arcilla Blanda Utilizando Geopolímero de Perlita Activado por Hidróxido de Sodio. *Revista internacional de geosintéticos e ingeniería terrestre.* 2022, Vol. 8, 1, pág. 5.
7. **SAHOO, Soumyaprakash y SURESH, Prasad Singh.** Propiedades de resistencia y durabilidad de suelo expansivo tratado con geopolímero y estabilizadores convencionales. *Construcción y Materiales de Construcción.* 2022, 328, pág. 127078.
8. **ABDUSSALAM EZREIG, Ali Muftah; MOHAMAD ISMAIL, Mohd Ashraf y AZARROUG EHWAILAT, Khaled Ibrahim.** Efecto hidrofóbico de la estabilización del suelo para una mejora sostenible del suelo de subrasante. *Materiales.* 2022, Vol. 15, 9, pág. 3087.
9. **ALAA HJ AL, Rkaby y NOOR AAMER, Odeh.** Caracterización de resistencia, durabilidad y microestructuras de suelos arcillosos mejorados con geopolímero sostenible. *Estudios de casos en materiales de construcción.* 2022, Vol. 16, pág. e00988.
10. **TAN, Eng Hie; ZAHARAN, El-Said MM y TAN, Soon Jiann.** Prueba de resistencia de agregados de arenisca estabilizados con cemento y copolímero de látex de estireno-butadieno para aplicaciones de subbases de carreteras. *Revista de materiales en ingeniería civil.* 2022, Vol. 34, 7, pág. 04022147.
11. **LEI, Huayang, y otros.** Efecto estabilizador de poliacrilamida aniónica sobre arcilla marina tratada con cal. *Revista Internacional de Geomecánica.* 2020, Vol. 20, 6, pág. 04020050.
12. **SARLI, Jalil Mohammad, HADADI, Farhad y BAGHERI, Rahmat-Allah.** Estabilización de las propiedades geotécnicas del suelo de loess mediante la mezcla de fibra de poliéster reciclada y nano-SiO₂. *Ingeniería Geotécnica y Geológica.* 2020, Vol. 38, págs. 1151-1163.

13. **FARAY y WIWIK, Rahayu.** Mejora de la durabilidad y la resistencia del arcilloso usando varios materiales estabilizados. *En Ciclo de Conferencias IOP: Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente.* 2020, Vol. Publicación IOP, pág. 012028.
14. **ZAICA, Yulvi y SURYO, Eko Andi.** La durabilidad de la cal y la ceniza de cascarilla de arroz mejoró el suelo expansivo. *Revista GEOMATE.* Vol. 18, 65, págs. 171-178.
15. **CUISINIER, Olivier, et al.** Propiedades mecánicas y microestructura de suelos tratados con un copolímero a base de vinilo. *n E3S Web de Conferencias . EDP Ciencias.* 2020, pág. 06009.
16. **NUJID, MM, et al.** Correlación entre la relación de carga de California (CBR) con el índice de plasticidad del suelo marino estabilizado con polvo de concha de berberecho. *En Journal of Physics: Serie de conferencias .* Editorial IOP, 2019, pág. 012036.
17. **AL-JABBAN, Wathiq, et al.** Una evaluación comparativa del cemento y el subproducto petrit T en la estabilización de suelos. *Ciencias Aplicadas.* 2019, Vol. 9, 23, pág. 5238.
18. **HADI, Noor Hadijah Abdul, et al.** Propiedades de compactación y resistencia de la subbase de carretera infundida con un copolímero de látex. *En Actas del 4º Congreso Mundial de Ingeniería Civil, Estructural y Ambiental (Csee'19), Roma, Italia .* 2019.
19. **BOZYIGIT, Irem, et al.** Utilización de un copolímero a base de vinilo para la mejora de una arcilla tipo caolín. *En E3S Web de Conferencias . EDP Ciencias,* 2019, pág. 11016.
20. **LAW, Chia-Wen, LING, Félix Ngee-Leh y NG, Boon-Khiang.** Características de resistencia de suelos orgánicos artificiales estabilizados con estabilizador de copolímero. *En MATEC Web de Congresos . EDP Ciencias,* 2018, pág. 01010.
21. **SULLA DE LA CRUZ, Denis Christian.** *Evaluación de la Aplicación del Polímero Sika Dust Seal PE en Caminos no Pavimentados, Intersección Av. San Luis y Cuadra 1-Palian-Huancayo 2017.* FACULTAD DE INGENIERÍA, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES. Huancayo : s.n., 2018. pág. 89, Tesis para optar el título profesional de ingeniería civil.
22. **CHINCHAY DÍAZ, Linberg.** *Influencia del aditivo sika dust seal como agente estabilizador de suelos en la trocha carrozable tramo La Serma-Tambillo Jaén, Cajamarca.* FACULTAD DE INGENIERIA, ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA. Cajamarca : s.n., 2018. pág. 70, Tesis para optar el Título Profesional de ingeniería civil.
23. **NESTERENKO CORTES, Darko.** *Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú.* *En I Congreso Internacional de Ingeniería y Dirección de Proyectos III Congreso Regional IPMA-LATNET.* Facultad de Ingeniería, Universidad de Piura. Piura : s.n., 2019. pág. 33, Tesis para optar el Grado de Máster en Ingeniería Civil con mención en Vial.
24. **CORONADO ZULOETA, Omar.** *Estabilización de suelos granulares no cohesivos de Lambayeque aplicando bacterias calcificantes.* Facultad de Ingeniería Arquitectura y Urbanismo., Universidad Señor de Sipán, Pimentel - Chiclayo, Perú. Chiclayo : s.n., 2019. pág. 15.
25. **BECERRA SANTILLÁN, Anthony César Fernan y HERRERA GONZÁLES, Alfredo Emmanuel.** *Estabilización de arcillas, arenas y afirmados, enpmenado los cemntos*

pacasmayo viaforte, Mochica y Qhuna; Lambayeque 2018. FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y URBANISMO, ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL., UNIVERSIDAD SEÑO DE SIPAN. Lambayeque : s.n., 2019. pág. 259.

26. **QUIROZ ALCÁNTARA, Alexander.** *Estabilización de suelos con cloruro de sodio, en el camino de bajo volumen de tránsito desde el caserío Los Tubos hasta el caserío Pozo Cuarenta, distrito de Mórrope, provincia de Lambayeque, departamento Lambayeque.* Facultad de ingeniería civil, sistemas y arquitectura, escuela profesional de ingeniería civil., UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO. Lambayeque : s.n., 2020. pág. 252, Tesis para optar título profesional de ingeniero civil.

27. **Manual de carreteras.** Suelos y pavimentos RD N° 10. 2014 - MTC-14, págs. 102-103.

28. **QUEZADA OSORIA, Santiago Ernesto.** *Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación.* [en línea]. Tesis de grado. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil. 2017. págs. 10, [consulta: 10 junio 2020]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11042/3207>.

29. **MAESTROS, A LA OBRA.** Maestros. [En línea] [Citado el: 22 de febrero de 2024.] Disponible en: <https://maestros.com.co/herramientas-y-equipos/clasificacion-caracteristicas-del-suelo-cemento/>.

30. **GEOTÉCNICOS, ESTUDIOS.** GEOSUPPORT. [En línea] [Citado el: 28 de febrero de 2024.] Disponible en: <https://estudiosgeotecnicos.info/index.php/descriptores-geotecnicos-5-plasticidad-limites-de-atterberg-y-consistencia/>.

31. **NARVÁEZ ESPINOZA, Mario, y otros.** *Estudio Comparativo del Grado de Compactación y Módulo de Elasticidad de Rellenos Estructurales.* Cajamarca : Conference Proceedings UTMACH, 2017. pág. 49.

32. **TAMAYO TAMAYO, Mario.** *El proceso de investigacion científica.* Mexico : EDITORIAL LIMUSA. S.A. DE C.v., 2003. pág. 42. Vol. 121. 968-18-5872-7.

33. **BERNAL TORRES, César Augusto.** *Metodologia de la investigacion, administración, economía, humanidades.* [ed.] E-BOOK. Colombia : PEARSON EDUCACIÓN, 2010. pág. 60. ISBN 978-958-699-128-5.

34. **HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, María del Pilar.** *METODOLOGIA DE INVESTIGACION.* 6. s.l. : MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2014. pág. 129.

35. **LÓPEZ-ROLDÁN, Pedro y FACHELLI, Sandra.** *Metodologia de la investigacion social cuantitativa.* Barcelona : s.n., 2015. pág. 13.

36. **RAMÍREZ, Tulio.** *Cómo hacer un proyecto de investigación.* Caracas : Panapo, 1997. pág. 81. ISBN No: 980-733903-2.

37. **SÁNCHEZ, Maream J.; FERNÁNDEZ, Mariela y DIAZ, Juan C.** *Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo.* Quito : s.n., 2021.

38. **D., Hernandez S. y Duana.** *Técnicas e instrumentos de recolección de datos.* 2020. ISSN: 2007-4913.

39. **Ministerio de Transportes y Comunicaciones.** *Manual de ensayo de materiales.* Lima : s.n., 2016. pág. 19.

ANEXOS

Matriz de consistencia

| PROBLEMA | OBJETIVO | HIPÓTESIS | VARIABLE | METODOLOGÍA |
|--|--|---|--|--|
| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPÓTESIS GENERAL | VARIABLES: | TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN |
| ¿En qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKADUST Seal PE. determina la estabilización del suelo de la sub rasante de la carretera Cooperativa Agraria Cafetalera - Mandor; - Maranura, La Convención – Cusco - 2023? | Analizar en qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKADUST Seal PE determina la estabilización del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera – Mandor, Maranura - La Convención – Cusco - 2023. | La adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, incide positivamente en la estabilización del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera – Mandor - Maranura - La Convención – Cusco - 2023. | Independiente: X1: Cemento portland tipo IP X2: Aditivo SIKASEAL PE. Dependiente: Y1: Estabilización de la sub rasante. | La presente investigación es de tipo aplicada, El diseño de la investigación es experimental, puesto que la variable independiente será manipulada, cemento y el aditivo SIKADUST SEAL PE. |
| PROBLEMAS ESPECÍFICOS | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | HIPÓTESIS ESPECÍFICOS | | UNIDAD DE ANÁLISIS |

| | | | | |
|---|---|--|---|--|
| <p>1) ¿En qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE determina la plasticidad del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera - Mandor - Maranura, La Convención – Cusco – 2023?</p> | <p>1) Analizar en qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE determina la plasticidad del suelo de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera- Mandor, Maranura, La Convención – Cusco - 2023.</p> | <p>1) La adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, modifica positivamente en la plasticidad del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera – Mandor- Maranura- La Convención – Cusco - 2023.</p> | <p>Independiente: X1: Cemento portland tipo IP X2: Aditivo SIKA SEAL PE. Dependiente: Y1: Plasticidad del suelo.</p> | <p>Material de Suelo de la sub rasante de la carretera cooperativa agraria cafetalera Mandor, Maranura, la Convención – Cusco.</p> |
| <p>2) ¿En qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo Sika, determina el grado de compactación de la subrasante en el grado de compactación del suelo de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera -Mandor; - Maranura, - La Convención – Cusco - 2023?</p> | <p>2) Analizar en qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE, determina el grado de compactación del suelo de subrasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera - Mandor, Maranura - La Convención – Cusco – 2023.</p> | <p>2) La adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, altera positivamente en el grado de compactación del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria Cafetalera, Mandor – Maranura, La Convención – Cusco - 2023.</p> | <p>Independiente: X1: Cemento portland tipo IP X2: Aditivo SIKA SEAL PE. Dependiente: Y1: Grado de compactación del suelo.</p> | <p>POBLACIÓN DE ESTUDIO: La población está conformada por los suelos de sub rasante el cual consta de 21 ensayos, incluido suelo natural de la carretera cooperativa agraria cafetalera Mandor; Maranura, la convención – cusco año 2023.</p> |
| <p>3) ¿En qué medida influye el cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, determina el CBR del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria</p> | <p>3) Analizar en qué medida la adición del cemento tipo IP más aditivo SIKA DUST Seal PE, determina el CBR del suelo de la sub rasante de la carretera Cooperativa Agraria Cafetalera –</p> | <p>3) La adición de cemento tipo IP más aditivo Sika DUST Seal PE, incide positivamente en el CBR del suelo de la sub rasante de la Carretera Cooperativa Agraria</p> | <p>Independiente: X1: Cemento portland tipo IP X2: Aditivo SIKA SEAL PE.</p> | <p>TAMAÑO DE LA MUESTRA: la muestra estará constituida por 21 ensayos de material sub rasante mezclado con 5% y 6% de cemento Portland tipo IP, y</p> |

| | | | | |
|---|---|---|--|--|
| Cafetalera - Mandor; - Maranura, - La Convención – Cusco – 2023? | Mandor - Maranura - La Convención – Cusco – 2023 | Cafetalera - Mandor - Maranura - La Convención – Cusco - 2023. | Dependiente: Y1: CBR del suelo de la sub rasante. | aditivo SIKA DUST Seal PE (1% y 2%) de la carretera cooperativa agraria cafetalera Mandor, Maranura, la Convención – Cusco |
|---|---|---|--|--|

PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía N°1: Extracción de las muestras de suelo de la subrasante



Fotografía N°2: Lavado de la muestra para ensayo granulométrico



Fotografía N°3: secado de la muestra para ensayo granulométrico



Fotografía N°4: Pesado de la muestra de ensayo granulométrico



Fotografía N°5: Tamizado de la muestra de ensayo granulométrico



Fotografía N°6: Tamizado de la muestra de ensayo de límites de consistencia



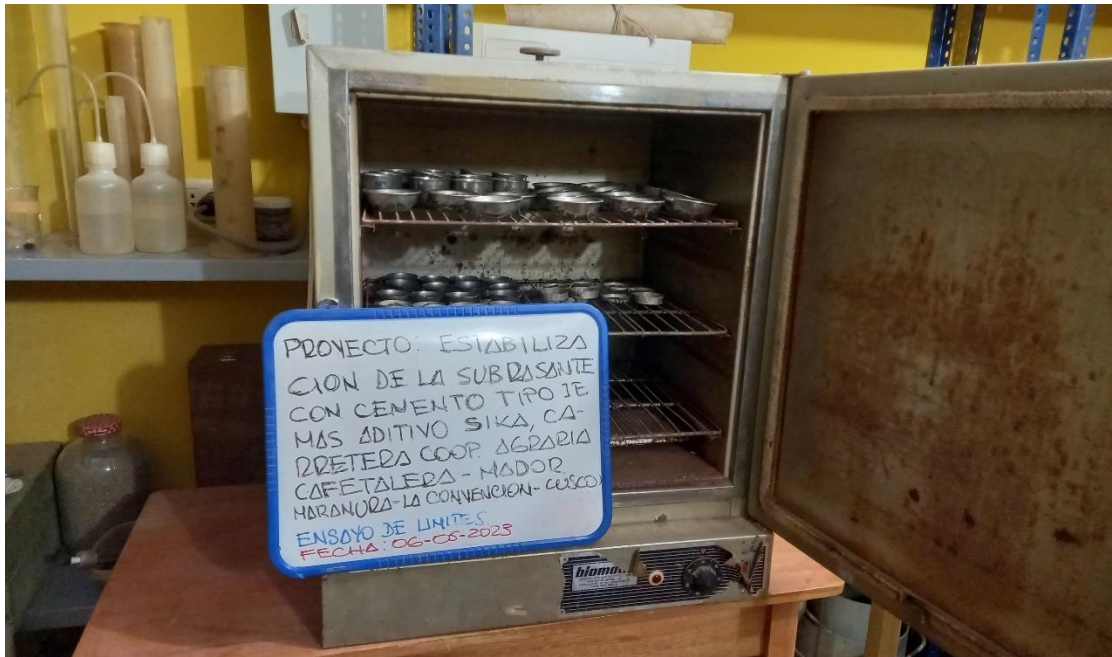
Fotografía N°7: Preparación de la muestra de ensayo de límites de consistencia



Fotografía N°8: Formación de bastones con las yemas de dedos de la muestra de ensayo de límites de consistencia



Fotografía N°9: Pesado de la muestra de ensayo de límites de consistencia



Fotografía N°10: Secado de la muestra de ensayo de límites de consistencia



Fotografía N°11: Tamizado ¾" de la muestra de ensayo de Proctor modificado



Fotografía N°12: Preparado de la muestra de ensayo de Proctor modificado



Fotografía N°13: Compactado de la muestra de ensayo de Proctor modificado



Fotografía N°14: Enrasado de la muestra de ensayo de Proctor modificado



Fotografía N°15: Pesado de la muestra de ensayo de Proctor modificado



Fotografía N°16: Pesado y horneado de la muestra de ensayo de Proctor modificado



Fotografía N°17: Tamizado $\frac{3}{4}$ " de la muestra para ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)



Fotografía N°17: Preparado de la muestra para ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)



Fotografía N°18: Colocación y compactado de la muestra de ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)



Fotografía N°19: Enrasado de la muestra de ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)



Fotografía N°20: Pesado de la muestra de ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)



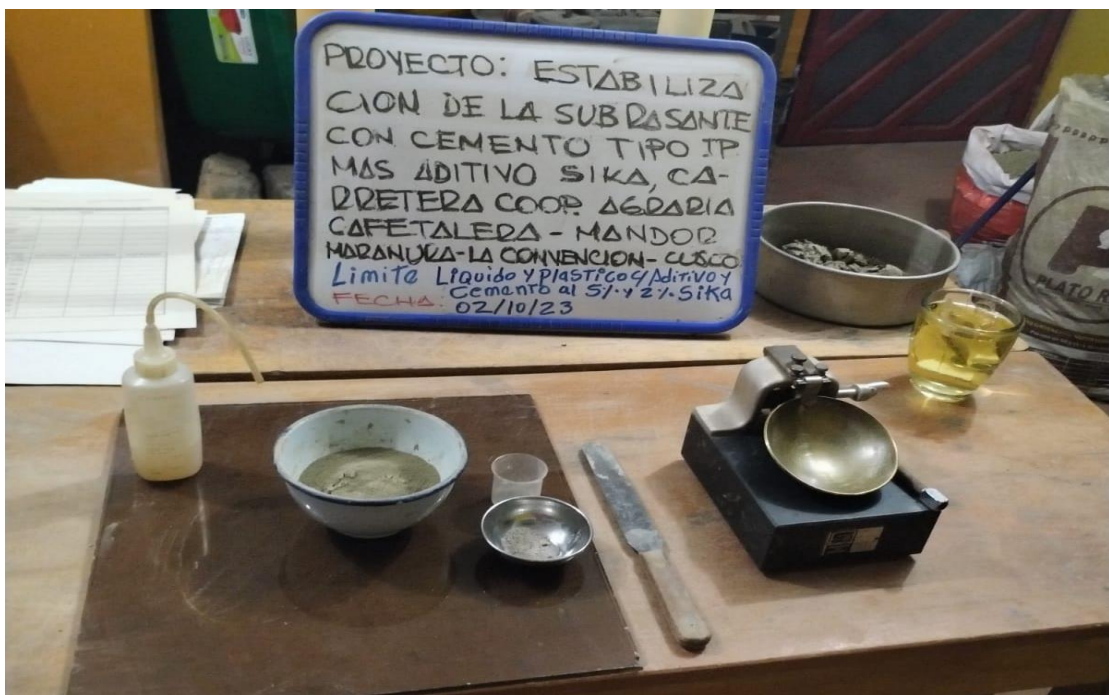
Fotografía N°21: Pesado y secado de la muestra de ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)



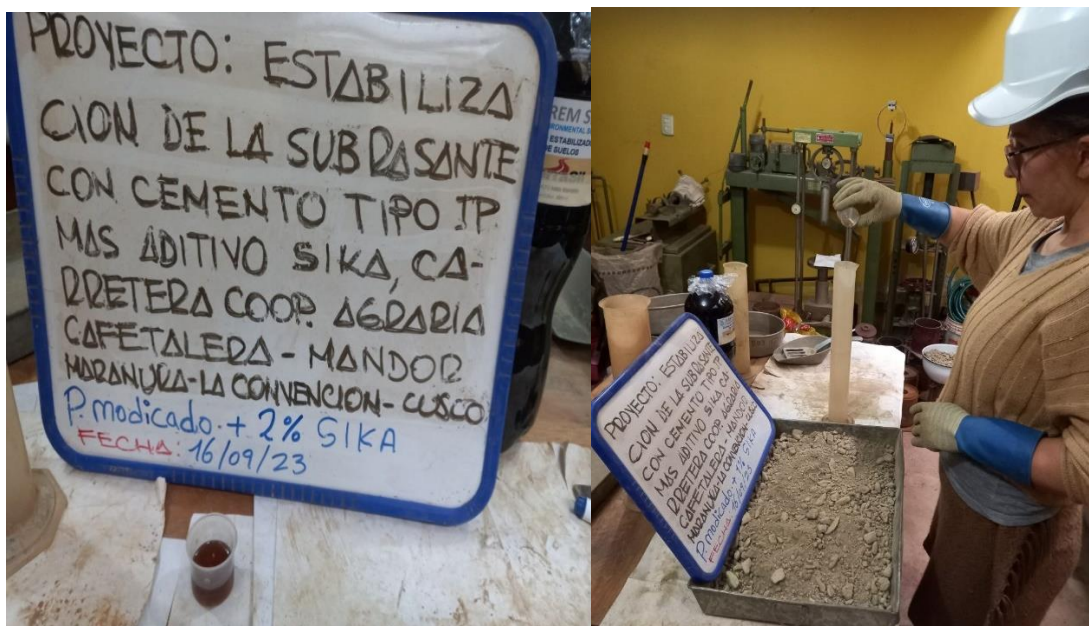
Fotografía N°22: Saturación de la muestra de ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)



Fotografía N°23: Penetración de muestra de ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)



Fotografía N°24: Colocación de aditivos, 2% de Sika y 5% de Cemento de ensayo de límites de consistencia



Fotografía N°25: Colocación de aditivos Sika y cemento para ensayo de Proctor modificado



Fotografía N°26: Colocación de aditivos Sika y cemento para ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)



Fotografía N°27: Saturación de la muestra de ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)



Fotografía N°28: Penetración de la muestra de ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)

**FICHAS DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS, FORMATO DE VALIDACIÓN
DE CRITERIOS DE EXPERTOS Y FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Ficha de validación de instrumentos – Juicio de Experto (EXPERTO N°01) – Granulometría

Formato de Validación de Criterios – Experto 1 (Granulometría)

I. Datos Generales

Fecha 19 de abril de 2024
Validador Ing. Rosendo Yobany Motta Zavallos
Cargo e institución donde labora Gerente de Geotecnia - Ingeolab S.R.L.
Instrumento a validar Ficha de recolección de datos para calcular la granulometría del terreno natural de la carretera en estudio.
Objetivo del instrumento Determinar la granulometría del terreno natural de la carretera en estudio.
Autor(es) del instrumento Tesistas: Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

- | | | |
|---|----------------|---|
| 1 | Deficiente (D) | Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador |
| 2 | Regular (R) | Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador |
| 3 | Buena (B) | Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador |

| Criterios | Indicadores | D | R | B | Observación |
|--------------|---|-----|-----|-----|-------------|
| | | (1) | (2) | (3) | |
| PERTINENCIA | Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación. | | | X | |
| COHERENCIA | Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores. | X | | | |
| CONGRUENCIA | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología. | | X | | |
| SUFICIENCIA | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable. | | X | | |
| OBJETIVIDAD | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables. | | | X | |
| CONSISTENCIA | Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable. | | X | | |
| ORGANIZACIÓN | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones. | | X | | |
| CLARIDAD | Están redactados en un lenguaje claro y entendible. | | | X | |
| OPORTUNIDAD | El instrumento se aplica en un momento adecuado. | | | X | |
| ESTRUCTURA | El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas. | X | | | |
| TOTAL | | 2 | 8 | 12 | |

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.73$$

| Coefficientes | Validez |
|---------------|--------------|
| 0.40 a más | Muy bueno |
| 0.30 a 0.39 | Bueno |
| 0.20 a 0.29 | Deficiente |
| 0 a 0.19 | Insuficiente |


 Rosendo Motta Zavallos
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 79776

Ficha de validación de instrumentos – Juicio de Experto (EXPERTO N°01) – Límites de consistencia

Formato de Validación de Criterios – Experto 1 (Límites de plasticidad)

I. Datos Generales

Fecha: 19 de abril del 2024
 Validador: Ing. Rosendo Yobany Motta Zavallos
 Cargo e institución donde labora: Gerente de Geotecnia - Ingeotec S.R.L.
 Instrumento a validar: Ficha de recolección de datos para calcular el índice de plasticidad del terreno natural de la carretera en estudio.
 Objetivo del instrumento: Determinar el límite líquido y límite plástico del terreno natural de la carretera en estudio.
 Autor(es) del instrumento: Tesistas: Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

- 1 Deficiente (D) Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
- 2 Regular (R) Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
- 3 Buena (B) Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

| Criterios | Indicadores | D R B | | | Observación |
|--------------|---|-------|-----|-----|-------------|
| | | (1) | (2) | (3) | |
| PERTINENCIA | Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación. | X | | | |
| COHERENCIA | Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores. | | X | | |
| CONGRUENCIA | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología. | | | X | |
| SUFICIENCIA | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable. | | X | | |
| OBJETIVIDAD | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables. | | | X | |
| CONSISTENCIA | Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable. | | X | | |
| ORGANIZACIÓN | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones. | | | X | |
| CLARIDAD | Están redactados en un lenguaje claro y entendible. | | X | | |
| OPORTUNIDAD | El instrumento se aplica en un momento adecuado. | | | X | |
| ESTRUCTURA | El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas. | X | | | |
| TOTAL | | 2 | 8 | 12 | |

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.73$$

| Coefficientes | Validez |
|---------------|--------------|
| 0.40 a más | Muy bueno |
| 0.30 a 0.39 | Bueno |
| 0.20 a 0.29 | Deficiente |
| 0 a 0.19 | Insuficiente |

Rosendo Motta Zavallos
 Rosendo Motta Zavallos
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 79776

Ficha de validación de instrumentos – Juicio de Experto (EXPERTO N°01) – Proctor modificado

Formato de Validación de Criterios – Experto 1 (Proctor modificado)

I. Datos Generales

| | |
|----------------------------------|---|
| Fecha | 19 de abril del 2024 |
| Validador | Ing Rosendo Yohany Motta Zevallos |
| Cargo e institución donde labora | Gerente de Geotecnia - Ingeolab S.R.L. |
| Instrumento a validar | Ficha de recolección de datos para calcular la densidad máxima y humedad óptima del terreno natural de la carretera en estudio. |
| Objetivo del instrumento | Determinar tres valores de densidad y humedad, para correlacionar curva que permita determinar la densidad máxima |
| Autor(es) del instrumento | Tesistas: Consuelo Mariela De Latorre Boívar, Yuval Huayhua Hanampa |

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

| | | |
|---|----------------|---|
| 1 | Deficiente (D) | Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador |
| 2 | Regular (R) | Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador |
| 3 | Buena (B) | Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador |

| Criterios | Indicadores | D R B | | | Observación |
|--------------|---|-------|-----|-----|-------------|
| | | (1) | (2) | (3) | |
| PERTINENCIA | Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación. | | X | | |
| COHERENCIA | Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores. | | | X | |
| CONGRUENCIA | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología. | | | X | |
| SUFICIENCIA | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable. | | | X | |
| OBJETIVIDAD | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables. | | | X | |
| CONSISTENCIA | Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable. | X | | | |
| ORGANIZACIÓN | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones. | | | X | |
| CLARIDAD | Están redactados en un lenguaje claro y entendible. | | X | | |
| OPORTUNIDAD | El instrumento se aplica en un momento adecuado. | | | X | |
| ESTRUCTURA | El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas. | X | | | |
| TOTAL | | J | 6 | 18 | |

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0,83$$

| Coefficientes | Validez |
|---------------|--------------|
| 0.40 a más | Muy bueno |
| 0.30 a 0.39 | Bueno |
| 0.20 a 0.29 | Deficiente |
| 0 a 0.19 | Insuficiente |


 Rosendo Motta Zevallos
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 79776

Formato para validar los criterios de Expertos (EXPERTO N°01) – CBR

Formato de Validación de Criterios – Experto 1 (Ensayo de soporte de califonia CBR)

I. Datos Generales

Fecha: 19 de abril del 2024
 Validador: Ing Rosendo Yobany Motta Zavallos
 Cargo e institución donde labora: Gerente de Geotecnia-Ingecalab S.R.L.
 Instrumento a validar: Ficha de recolección de datos para calcular el CBR del material de la subrasante de la carretera en estudio.
 Objetivo del instrumento: Determinar los datos según normativa vigente para el cálculo del CBR de los materiales ensayados de la carretera en estudio.
 Autor(es) del instrumento: Tesistas: Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa.

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

| | | |
|---|----------------|---|
| 1 | Deficiente (D) | Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador |
| 2 | Regular (R) | Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador |
| 3 | Buena (B) | Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador |

| Criterios | Indicadores | D (1) | R (2) | B (3) | Observación |
|--------------|---|----------|----------|----------|-------------|
| PERTINENCIA | Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación. | | | X | |
| COHERENCIA | Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores. | | X | | |
| CONGRUENCIA | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología. | X | | | |
| SUFICIENCIA | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable. | | X | | |
| OBJETIVIDAD | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables. | | | X | |
| CONSISTENCIA | Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable. | | X | | |
| ORGANIZACIÓN | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones. | | | X | |
| CLARIDAD | Están redactados en un lenguaje claro y entendible. | | X | | |
| OPORTUNIDAD | El instrumento se aplica en un momento adecuado. | | | X | |
| ESTRUCTURA | El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas. | X | | | |
| TOTAL | | 2 | 8 | 2 | |

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.73$$

| Coefficientes | Validez |
|---------------|--------------|
| 0.40 a más | Muy bueno |
| 0.30 a 0.39 | Bueno |
| 0.20 a 0.29 | Deficiente |
| 0 a 0.19 | Insuficiente |

Rosendo Motta Zavallos
 Rosendo Motta Zavallos
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 79776

Formato de Validación de Criterios – Experto 2 (Granulometría)

I. Datos Generales

Fecha 18/04/2024
 Validador ING. PAUL HUGO BLANCO ARAUJO
 Cargo e institución donde labora CONSULTOR DE OBRAS - ESP. OBRAS VIALES
 Instrumento a validar Ficha de recolección de datos para calcular la granulometría del terreno natural de la carretera en estudio.
 Objetivo del instrumento Determinar la granulometría del terreno natural de la carretera en estudio.
 Autor(es) del instrumento Tesistas: Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

- | | | |
|---|----------------|---|
| 1 | Deficiente (D) | Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador |
| 2 | Regular (R) | Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador |
| 3 | Buena (B) | Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador |

| Criterios | Indicadores | D R B | | | Observación |
|--------------|---|-------|-----|-----|-------------|
| | | (1) | (2) | (3) | |
| PERTINENCIA | Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación. | X | | | |
| COHERENCIA | Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores. | | X | | |
| CONGRUENCIA | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología. | | X | | |
| SUFICIENCIA | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable. | | X | | |
| OBJETIVIDAD | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables. | | | X | |
| CONSISTENCIA | Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable. | | X | | |
| ORGANIZACIÓN | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones. | | | X | |
| CLARIDAD | Están redactados en un lenguaje claro y entendible. | | X | | |
| OPORTUNIDAD | El instrumento se aplica en un momento adecuado. | | | X | |
| ESTRUCTURA | El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas. | X | | | |
| TOTAL | | 2 | 10 | 9 | |

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.70$$

| Coefficientes | Validez |
|---------------|--------------|
| 0.40 a más | Muy bueno |
| 0.30 a 0.39 | Bueno |
| 0.20 a 0.29 | Deficiente |
| 0 a 0.19 | Insuficiente |


 PAUL HUGO BLANCO ARAUJO
 INGENIERO CIVIL
 CIP 67346

Ficha de validación de instrumentos – Juicio de Experto (EXPERTO N°02) – Límites de consistencia

Formato de Validación de Criterios – Experto 2 (Límites de plasticidad)

I. Datos Generales

Fecha 18/04/2024
Validador ING. Raul HUGO BLANCO ARAOZ
Cargo e institución donde labora CONSULTOR DE OBRAS - ESP. OBRAS VIALES
Instrumento a validar Ficha de recolección de datos para calcular el índice de plasticidad del terreno natural de la carretera en estudio.
Objetivo del instrumento Determinar el límite líquido y límite plástico del terreno natural de la carretera en estudio.
Autor(es) del instrumento Tesistas: Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

- | | | |
|---|----------------|---|
| 1 | Deficiente (D) | Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador |
| 2 | Regular (R) | Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador |
| 3 | Buena (B) | Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador |

| Criterios | Indicadores | D (1) | R (2) | B (3) | Observación |
|--------------|---|----------|----------|-----------|-------------|
| PERTINENCIA | Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación. | X | | | |
| COHERENCIA | Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores. | | | X | |
| CONGRUENCIA | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología. | | | X | |
| SUFICIENCIA | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable. | | | X | |
| OBJETIVIDAD | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables. | | X | | |
| CONSISTENCIA | Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable. | | X | | |
| ORGANIZACIÓN | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones. | | | X | |
| CLARIDAD | Están redactados en un lenguaje claro y entendible. | | X | | |
| OPORTUNIDAD | El instrumento se aplica en un momento adecuado. | | | X | |
| ESTRUCTURA | El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas. | | X | | |
| TOTAL | | 1 | 8 | 15 | |

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.50$$

| Coefficientes | Validez |
|---------------|--------------|
| 0.40 a más | Muy bueno |
| 0.30 a 0.39 | Bueno |
| 0.20 a 0.29 | Deficiente |
| 0 a 0.19 | Insuficiente |


 Raul HUGO BLANCO ARAOZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP 52346

Ficha de validación de instrumentos – Juicio de Experto (EXPERTO N°02) – Proctor modificado

Formato de Validación de Criterios – Experto 2 (Proctor modificado)

I. Datos Generales

Fecha 18/04/2024
 Validador ING° RAUL HUGO BLANCO ARAZ
 Cargo e institución donde labora CONSU. H. O. B. DE OBRAS. - E. O. P. OBRAS. V. O. LES
Instrumento a validar Ficha de recolección de datos para calcular la densidad máxima y humedad óptima del terreno natural de la carretera en estudio.
Objetivo del instrumento Determinar tres valores de densidad y humedad, para correlacionar curva que permita determinar la densidad máxima
Autor(es) del instrumento Tesistas: Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

| | | |
|---|----------------|---|
| 1 | Deficiente (D) | Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador |
| 2 | Regular (R) | Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador |
| 3 | Buena (B) | Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador |

| Criterios | Indicadores | D R B | | | Observación |
|--------------|---|----------|----------|-----------|-------------|
| | | (1) | (2) | (3) | |
| PERTINENCIA | Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación. | | X | | |
| COHERENCIA | Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores. | | X | | |
| CONGRUENCIA | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología. | | | X | |
| SUFICIENCIA | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable. | | | X | |
| OBJETIVIDAD | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables. | | X | | |
| CONSISTENCIA | Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable. | | | X | |
| ORGANIZACIÓN | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones. | | | X | |
| CLARIDAD | Están redactados en un lenguaje claro y entendible. | | X | | |
| OPORTUNIDAD | El instrumento se aplica en un momento adecuado. | | | X | |
| ESTRUCTURA | El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas. | X | | | |
| TOTAL | | 1 | 8 | 15 | |

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.80$$

| Coefficientes | Validez |
|---------------|--------------|
| 0.40 a más | Muy bueno |
| 0.30 a 0.39 | Bueno |
| 0.20 a 0.29 | Deficiente |
| 0 a 0.19 | Insuficiente |

RAUL HUGO BLANCO ARAZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP 57346

Formato de Validación de Criterios – Experto 2 (Ensayo de soporte de califonia CBR)

I. Datos Generales

Fecha: 18/04/2024
 Validador: ING° RAUL HUGO BLANCO ARROYO
 Cargo e institución donde labora: CONSULTORA DE OBRAS - ESP. OBRAS VIALS
 Instrumento a validar: Ficha de recolección de datos para calcular el CBR del material de la sub rasante de la carretera en estudio.

Objetivo del instrumento Determinar los datos según normativa vigente para el cálculo del CBR de los materiales ensayados de la carretera en estudio.

Autor(es) del instrumento Tesistas: Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa.

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

- 1 Deficiente (D) Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
- 2 Regular (R) Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
- 3 Buena (B) Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

| Criterios | Indicadores | D R B | | | Observación |
|--------------|---|----------|----------|-----------|-------------|
| | | (1) | (2) | (3) | |
| PERTINENCIA | Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación. | | | X | |
| COHERENCIA | Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores. | | | X | |
| CONGRUENCIA | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología. | X | | | |
| SUFICIENCIA | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable. | | | X | |
| OBJETIVIDAD | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables. | | | X | |
| CONSISTENCIA | Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable. | | | X | |
| ORGANIZACIÓN | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones. | | | X | |
| CLARIDAD | Están redactados en un lenguaje claro y entendible. | X | | | |
| OPORTUNIDAD | El instrumento se aplica en un momento adecuado. | | X | | |
| ESTRUCTURA | El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas. | X | | | |
| TOTAL | | 1 | 6 | 18 | |

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.63$$


 RAUL HUGO BLANCO ARROYO
 INGENIERO CIVIL
 CIP 57346

| Coeficientes | Validez |
|--------------|--------------|
| 0.40 a más | Muy bueno |
| 0.30 a 0.39 | Bueno |
| 0.20 a 0.29 | Deficiente |
| 0 a 0.19 | Insuficiente |

Formato de Validación de Criterios – Experto 3 (Granulometría)

XIII. Datos Generales

Fecha 16 DE OCTUBRE DEL 2023
 Validador Ing. ALBERTH EDWARD MALLQUI TUPA
 Cargo e institución donde labora Responsable de Laboratorio, DE P.C. INGENIERIA SAC (PROFESIONAL EN INGENIERIA GEO-TECNICA Y MATERIALES SAC)
 Instrumento a validar Ficha de recolección de datos para calcular la granulometría del terreno natural de la carretera en estudio.
 Objetivo del instrumento Determinar la granulometría del terreno natural de la carretera en estudio.
 Autor(es) del instrumento Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa

XIV. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:


| | | |
|---|----------------|---|
| 1 | Deficiente (D) | Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador |
| 2 | Regular (R) | Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador |
| 3 | Buena (B) | Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador |

| Criterios | Indicadores | D R B | | | Observación |
|--------------|---|-------|-----|-----|-------------|
| | | (1) | (2) | (3) | |
| PERTINENCIA | Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación. | | X | | |
| COHERENCIA | Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores. | | X | | |
| CONGRUENCIA | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología. | | X | | |
| SUFICIENCIA | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable. | | | X | |
| OBJETIVIDAD | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables. | | | X | |
| CONSISTENCIA | Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable. | | X | | |
| ORGANIZACIÓN | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones. | | X | | |
| CLARIDAD | Están redactados en un lenguaje claro y entendible. | | | X | |
| OPORTUNIDAD | El instrumento se aplica en un momento adecuado. | | | X | |
| ESTRUCTURA | El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas. | | | X | |
| TOTAL | | | | | |

XV. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.83$$

| Coefficientes | Validez |
|---------------|--------------|
| 0.40 a más | Muy bueno |
| 0.30 a 0.39 | Bueno |
| 0.20 a 0.29 | Deficiente |
| 0 a 0.19 | Insuficiente |

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

 Ing. Alberth Edward Mallqui Tupa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 20665A

Ficha de validación de instrumentos – Juicio de Experto (EXPERTO N°03) – Límites de consistencia

Formato de Validación de Criterios – Experto 3 (Límites de plasticidad)

XVI. Datos Generales

Fecha: 16 DE OCTUBRE DEL 2023

Validador: Ing. ALBERTH EDWARD MALLOQUI TIUPA

Cargo e institución donde labora: Responsable de Laboratorio, DE PROYECTOS SAC (PROFESIONAL EN INGENIERIA GEOTECNICA Y MATERIALES SAC)

Instrumento a validar: Ficha de recolección de datos para calcular el índice de plasticidad del terreno natural de la carretera en estudio.

Objetivo del instrumento: Determinar el límite líquido y límite plástico del terreno natural de la carretera en estudio.

Autor(es) del instrumento: Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa

XVII. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

| | | |
|---|----------------|---|
| 1 | Deficiente (D) | Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador |
| 2 | Regular (R) | Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador |
| 3 | Buena (B) | Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador |

| Criterios | Indicadores | D (1) | R (2) | B (3) | Observación |
|--------------|---|-------|-------|-------|-------------|
| PERTINENCIA | Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación. | | X | | |
| COHERENCIA | Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores. | | X | | |
| CONGRUENCIA | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología. | | X | | |
| SUFICIENCIA | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable. | | | X | |
| OBJETIVIDAD | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables. | | | X | |
| CONSISTENCIA | Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable. | | | X | |
| ORGANIZACIÓN | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones. | | | X | |
| CLARIDAD | Están redactados en un lenguaje claro y entendible. | | | X | |
| OPORTUNIDAD | El instrumento se aplica en un momento adecuado. | | | X | |
| ESTRUCTURA | El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas. | X | | | |
| TOTAL | | | | | |

XVIII. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.67$$

| Coefficientes | Validez |
|---------------|--------------|
| 0.40 a más | Muy bueno |
| 0.30 a 0.39 | Bueno |
| 0.20 a 0.29 | Deficiente |
| 0 a 0.19 | Insuficiente |

COLEGIO DE INGENIEROS DEL P.C. CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Alberth Edward Malloqui Tiupa
INGENIERO CIVIL
CIP 20600-R

Ficha de validación de instrumentos – Juicio de Experto (EXPERTO N°03) – Proctor modificado

Formato de Validación de Criterios – Experto 3 (Proctor modificado)

VII. Datos Generales

| | |
|----------------------------------|---|
| Fecha | 16 DE OCTUBRE DEL 2023 |
| Validador | Ing. ALBERTH EDUARDO MALLOQUI TUPA |
| Cargo e institución donde labora | Responsable de Laboratorio, DE PROINGEMA SAC (PROFESIONAL EN INGENIERIA GEOTECNIA Y MATERIALES SAC) |
| Instrumento a validar | Ficha de recolección de datos para calcular la densidad máxima y humedad óptima del terreno natural de la carretera en estudio. |
| Objetivo del instrumento | Determinar tres valores de densidad y humedad, para correlacionar curva que permita determinar la densidad máxima |
| Autor(es) del instrumento | Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa |

VIII. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

| | | |
|---|----------------|---|
| 1 | Deficiente (D) | Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador |
| 2 | Regular (R) | Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador |
| 3 | Buena (B) | Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador |

| Criterios | Indicadores | D (1) | R (2) | B (3) | Observación |
|--------------|---|-------|-------|-------|-------------|
| PERTINENCIA | Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación. | | X | | |
| COHERENCIA | Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores. | | X | | |
| CONGRUENCIA | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología. | | | X | |
| SUFICIENCIA | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable. | | | X | |
| OBJETIVIDAD | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables. | | | X | |
| CONSISTENCIA | Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable. | X | | | |
| ORGANIZACIÓN | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones. | | | X | |
| CLARIDAD | Están redactados en un lenguaje claro y entendible. | | X | | |
| OPORTUNIDAD | El instrumento se aplica en un momento adecuado. | | X | | |
| ESTRUCTURA | El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas. | | X | | |
| TOTAL | | | | | |

IX. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.80$$

| Coefficientes | Validez |
|---------------|--------------|
| 0.40 a más | Muy bueno |
| 0.30 a 0.39 | Bueno |
| 0.20 a 0.29 | Deficiente |
| 0 a 0.19 | Insuficiente |

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Alberth Edward Malloqui Tupa
INGENIERO CIVIL
CIP 20664-R

Formato para validar los criterios de Expertos (EXPERTO N°03) – CBR

Formato de Validación de Criterios – Experto 3 (Ensayo de soporte de calificación CBR)

VII. Datos Generales

Fecha 16 DE OCTUBRE DEL 2023
 Validador Ing. ALBERTH EDWARD MALLOQUI TUPA
 Cargo e institución donde labora Responsable de Laboratorio, DE PROYECTOS SAC (PROFESIONAL EN INGENIERIA GEOTECNICA Y MATERIALES SAC)
 Instrumento a validar Ficha de recolección de datos para calcular el CBR del material de la sub rasante de la carretera en estudio.
 Objetivo del instrumento Determinar los datos según normativa vigente para el cálculo del CBR de los materiales ensayados de la carretera en estudio.
 Autor(es) del instrumento Tesista Consuelo Mariela De Latorre Bolívar, Yuval Huayhua Hanampa.

VIII. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

- 1 Deficiente (D) Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
- 2 Regular (R) Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
- 3 Buena (B) Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

| Criterios | Indicadores | D | R | B | Observación |
|--------------|---|-----|-----|-----|-------------|
| | | (1) | (2) | (3) | |
| PERTINENCIA | Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación. | | | X | |
| COHERENCIA | Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores. | | | X | |
| CONGRUENCIA | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología. | | X | | |
| SUFICIENCIA | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable. | | | X | |
| OBJETIVIDAD | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables. | | | X | |
| CONSISTENCIA | Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable. | | X | | |
| ORGANIZACIÓN | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones. | | | X | |
| CLARIDAD | Están redactados en un lenguaje claro y entendible. | | X | | |
| OPORTUNIDAD | El instrumento se aplica en un momento adecuado. | | | X | |
| ESTRUCTURA | El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas. | | X | | |
| TOTAL | | | | | |

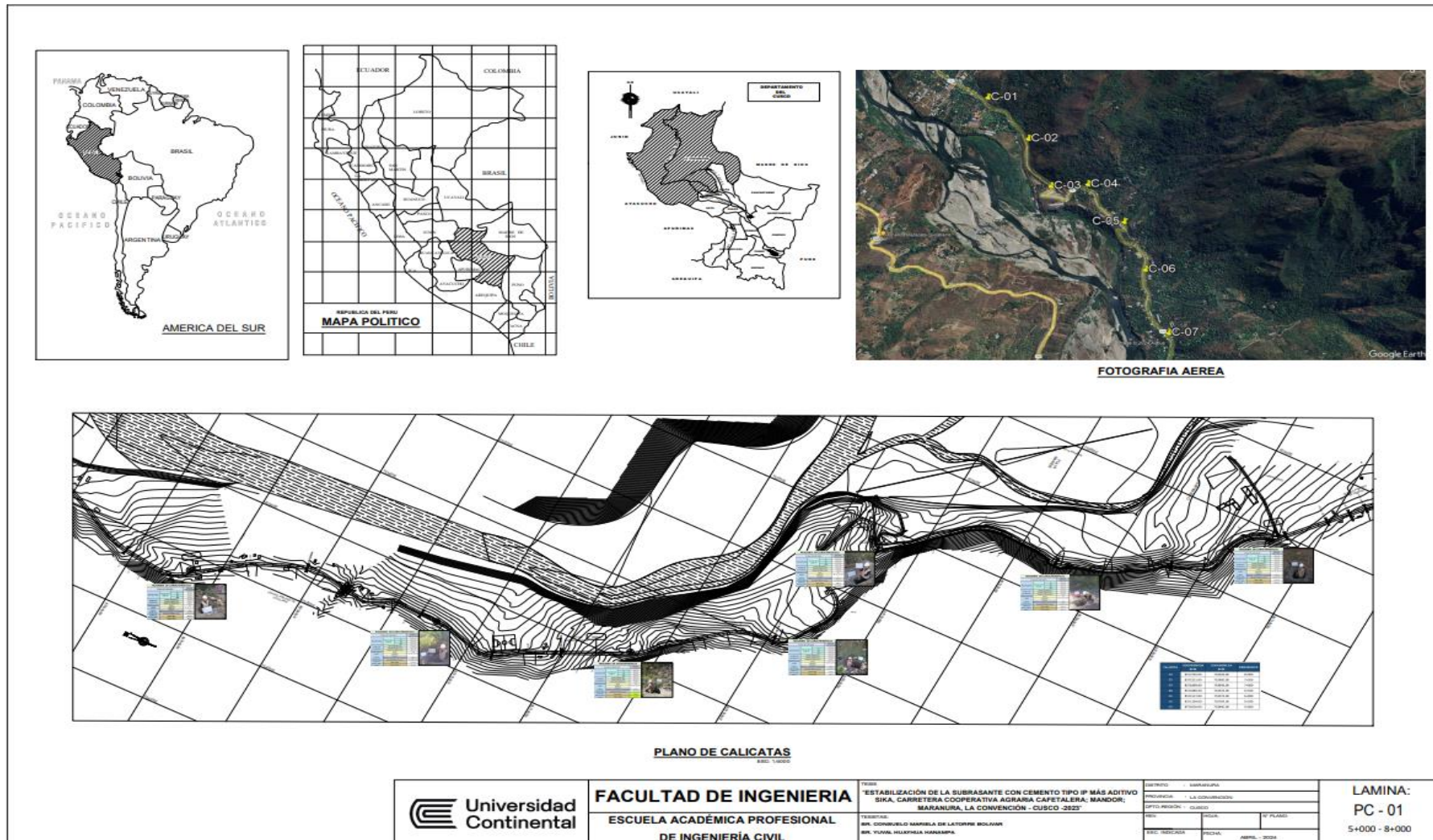
IX. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.67$$


| Coefficientes | Validez |
|---------------|--------------|
| 0.40 a más | Muy bueno |
| 0.30 a 0.39 | Bueno |
| 0.20 a 0.29 | Deficiente |
| 0 a 0.19 | Insuficiente |

COLEGIO DE INGENIEROS DEL CUSCO
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Alberth Edward Malloqui Tupa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 20665A

PLANO DE LOCALIZACIÓN DE LAS CALICATAS.




FORMATOS DE CONTEO VEHICULAR.






















Universidad
Continental

ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA;
MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.



| | | | | | | |
|-----------------------|------------------------------------|---|---------|--------------------|----------|------------|
| TRAMO DE LA CARRETERA | Maranura mandor Payayoc | | | | ESTACION | MANDOR |
| SENTIDO | DE Maranura | A | Payayoc | CODIGO DE ESTACION | | |
| UBICACION | Dist: Maranura Prov: La Convencion | | | | FECHA | 25-03-2024 |

| HORA | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLLER | | | | TRAYLLER | | | | TOTAL | |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|--|-------|--|
| |  |  | PICK UP  | PANEL  | RURAL Combi  |  | 2 E  | >=3 E  | 2 E  | 3 E  | 4 E  | 251/252  | 253  | 351/352  | >= 353  | 2T2  | 2T3  | 3T2  | >= 3T3  | | |
| 00-01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01-02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02-03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03-04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-06 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06-07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07-08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08-09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13-14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14-15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15-16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18-19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19-20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20-21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23-24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:








ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

2

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA;
MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

| | | |
|-----------------------|------------------------------------|----------|
| TRAMO DE LA CARRETERA | Maranura Mandor Pauayoc | |
| SENTIDO | DE Pauayoc | A Mandor |
| UBICACIÓN | Dist: Maranura prov: La Convención | |

| | |
|--------------------|------------|
| ESTACION | Mandor |
| CODIGO DE ESTACION | E.001 |
| FECHA | 25-03-2024 |

| HORA | AUTO  | STATION WAGON  | CAMIONETAS | | | MICRO  | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLLER | | | | TRAYLLER | | | | TOTAL |
|-------|---|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|---|--|--|--|---|-------|
| | | | PICK UP  | PANEL  | RURAL Combi  | | 2 E  | >=3 E  | 2 E  | 3 E  | 4 E  | 251/252  | 253  | 351/352  | >= 353  | 2T2  | 2T3  | 3T2  | >= 3T3  | |
| 00-01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01-02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02-03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03-04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-06 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06-07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07-08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08-09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13-14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14-15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15-16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18-19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19-20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20-21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23-24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

3



ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

| | | |
|------------------------------------|-------------------------|----------|
| TRAMO DE LA CARRETERA | Maranura Hander Palayoc | |
| SENTIDO | DE | Maranura |
| UBICACIÓN | A | Palayoc |
| Dist: Maranura Prov: La Convención | | |

| | |
|--------------------|------------|
| ESTACION | Hander |
| CODIGO DE ESTACION | E-001 |
| FECHA | 26-03-2024 |

| HORA | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | | CAMION | | | | SEMI TRAYLLER | | | | TRAYLLER | | | | TOTAL |
|-------|------|---------------|------------|-------|-------------|-------|-----|-------|-----|--------|-----|---------|-----|---------------|--------|-----|-----|----------|--------|--|--|-------|
| | | | PICKUP | PANEL | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 251/252 | 253 | 351/352 | >= 353 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | >= 3T3 | | | |
| 00-01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01-02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02-03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03-04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-06 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06-07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07-08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08-09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13-14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14-15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15-16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18-19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19-20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20-21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23-24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

④

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA;
MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

| TRAMO DE LA CARRETERA | | ESTACION | | | | | | | | | | ESTACION | | | | ESTACION | | | | TOTAL | | | | | | |
|-----------------------|------|------------------------------------|------------|-------|-------------|--|-------|-----|-------|-----|-----|------------|---------|-----|---------|---------------|-----|-----|-----|----------|----------|----------|----------|-------|--------|--|
| SENTIDO | | MANDOR | | | | | | | | | | E001 | | | | E001 | | | | | | | | | | |
| UBICACIÓN | | Dist: Maranura Prov: La Convencion | | | | | | | | | | 26-03-2024 | | | | | | | | | | | | | | |
| HORA | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | | MICRO | BUS | | | | CAMION | | | | SEMI TRAYLLER | | | | TRAYLLER | TRAYLLER | TRAYLLER | TRAYLLER | TOTAL | | |
| | | | PICK UP | PANEL | RURAL Cambi | | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 251/252 | 253 | 351/352 | >= 353 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | | | | | | >= 3T3 | |
| 00-01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01-02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02-03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03-04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-06 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06-07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07-08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08-09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13-14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14-15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15-16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18-19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19-20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20-21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23-24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKÁ, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

5

| | | | | |
|-----------------------|-------------------------|------------------------------------|--------------------|------------|
| TRAMO DE LA CARRETERA | Maranura Mandor Payayoc | | ESTACION | Mandor |
| SENTIDO | DE | Maranura | CODIGO DE ESTACION | |
| UBICACION | | Dist: Maranura Prov: La Convencion | FECHA | 27-03-2024 |

| HORA | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLER | | | | TRAYLER | | | TOTAL | |
|-------|------|---------------|------------|-------|-------------|-------|-----|-------|--------|-----|-----|--------------|-----|---------|--------|---------|-----|-----|-------|--------|
| | | | PICK UP | PANEL | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 2S1/2S2 | 2S3 | 3S1/3S2 | >= 3S3 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | | >= 3T3 |
| 00-01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01-02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02-03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03-04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-06 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06-07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07-08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08-09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13-14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14-15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15-16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18-19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19-20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20-21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23-24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCIÓN - CUSCO -2023.

6

| | | | | |
|-----------------------|------------------------------------|---------|--------------------|------------|
| TRAMO DE LA CARRETERA | Maranura Handor PaJayoc | | ESTACION | Handor |
| SENTIDO | DE | PaJayoc | CODIGO DE ESTACION | |
| UBICACION | Dist: Maranura Prov: La Convención | | FECHA | 27-03-2024 |

| HORA | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | | CAMION | | | SEMI TRAYLER | | | | TRAYLER | | | | TOTAL |
|--------------|------|---------------|------------|-------|-------------|-------|-----|-------|-----|--------|-----|---------|--------------|---------|--------|-----|---------|-----|--------|--|-------|
| | | | PICK UP | PANEL | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 251/252 | 253 | 351/352 | >= 353 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | >= 3T3 | | |
| 00-01 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01-02 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02-03 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03-04 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-05 | | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-06 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06-07 | | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07-08 | | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08-09 | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 09-10 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-11 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-12 | | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 12-13 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13-14 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14-15 | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 15-16 | | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-17 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-18 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18-19 | | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 19-20 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20-21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-22 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23-24 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | 41 | 29 | | 33 | | 8 | | | 32 | 19 | | | | | | | | | | |

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA;
MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

7

| | | | | |
|-----------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------|------------|
| TRAMO DE LA CARRETERA | Maranura Mandor Pata Yoc | | ESTACION | Mandor |
| SENTIDO | DE | Maranura | CODIGO DE ESTACION | |
| UBICACIÓN | | Dist: Maranura Prov: La Convención | FECHA | 28-03-2024 |

| HORA | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | | CAMION | | | SEMI TRAYLLER | | | | TRAYLLER | | | TOTAL |
|-------|------|---------------|------------|-------|-------------|-------|-----|-------|-----|--------|-----|---------|---------------|---------|--------|-----|----------|-----|--------|-------|
| | | | PICK UP | PANEL | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 251/252 | 253 | 351/352 | >= 353 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | >= 3T3 | |
| 00-01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01-02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02-03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03-04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-06 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06-07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07-08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08-09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13-14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14-15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15-16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18-19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19-20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20-21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23-24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

8

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

| TRAMO DE LA CARRETERA | | ESTACION | | | | | | | | | | ESTACION | | | | TOTAL | | | | | |
|-----------------------|------|-----------------------------------|------------|-------|-------------|-------|-----|-------|--------|-----|-----|---------------|-----|---------|--------|----------|-----|-----|--------|-------|----|
| SENTIDO | | MANDOR | | | | | | | | | | MANDOR | | | | | | | | | |
| UBICACIÓN | | Dist. Maranura Por: La Convencion | | | | | | | | | | 28-03-2024 | | | | | | | | | |
| HORA | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLLER | | | | TRAYLLER | | | | TOTAL | |
| | | | PICK UP | PANEL | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 251/252 | 253 | 351/352 | >= 353 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | >= 3T3 | | |
| 00-01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01-02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02-03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03-04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-06 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06-07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07-08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08-09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13-14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14-15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15-16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18-19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19-20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20-21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23-24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | 31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 35 |

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

9

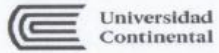
ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

| | | | | |
|-----------------------|-------------------------|------------------------------------|--------------------|------------|
| TRAMO DE LA CARRETERA | Maranura Mandor Pauayoc | | ESTACION | Mandor |
| SENTIDO | DE | Maranura | CODIGO DE ESTACION | |
| UBICACION | | Dist: Maranura Prov: La Convencion | FECHA: | 29-03-2024 |

| HORA | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLLER | | | | TRAYLLER | | | | TOTAL |
|-------|------|---------------|------------|-------|-------------|-------|-----|-------|--------|-----|-----|---------------|-----|---------|--------|----------|-----|-----|--------|-------|
| | | | PICK UP | PANEL | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 251/252 | 253 | 351/352 | >= 353 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | >= 3T3 | |
| 00-01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01-02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02-03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03-04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-06 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06-07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07-08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08-09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13-14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14-15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15-16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18-19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19-20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20-21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23-24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ELABORADO POR: REVISADO POR: APROBADO POR:

10



ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

| | | | |
|-----------------------|------------------------------------|--------------------|------------|
| TRAMO DE LA CARRETERA | Maranura Mandor PAVAYOC | ESTACION | Mandor |
| SENTIDO | DE PAVAYOC A Maranura | CODIGO DE ESTACION | |
| UBICACIÓN | Dist: Maranura prov: La Convencion | FECHA | 29-03-2024 |

| HORA | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | | CAMION | | | | SEMI TRAYLLER | | | | TRAYLLER | | | | TOTAL |
|-------|------|---------------|------------|-------|-------------|-------|-----|-------|-----|--------|-----|---------|-----|---------------|--------|-----|-----|----------|--------|--|--|-------|
| | | | PICK UP | PANEL | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 251/252 | 253 | 351/352 | >= 353 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | >= 3T3 | | | |
| 00-01 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01-02 | | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02-03 | | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03-04 | | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-05 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-06 | | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06-07 | | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07-08 | | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08-09 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09-10 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-11 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-12 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12-13 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13-14 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14-15 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15-16 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-17 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-18 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18-19 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19-20 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20-21 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-22 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-23 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23-24 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

11

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

| | | | | |
|-----------------------|-------------------------|------------------------------------|--------------------|------------|
| TRAMO DE LA CARRETERA | Maranura Mandor Puyayoc | | ESTACION | Mandor |
| SENTIDO | DE | Maranura | CODIGO DE ESTACION | |
| UBICACION | | Dist: Maranura Prov: La Convencion | FECHA | 30-03-2024 |

| HORA | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | | | CAMION | | | | SEMI TRAYLLER | | | | TRAYLLER | | | | TOTAL | | |
|-------|------|---------------|------------|-------|-------------|-------|-----|-------|-----|-----|--------|---------|-----|---------|---------------|-----|-----|-----|----------|--|--|--|-------|--|--|
| | | | PICK UP | PANEL | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 251/252 | 253 | 351/352 | >= 353 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | >= 3T3 | | | | | | |
| 00-01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01-02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02-03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03-04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-06 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06-07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07-08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08-09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13-14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14-15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15-16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18-19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19-20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20-21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23-24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

12



ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKÁ, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA;
MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

| | | | | |
|-----------------------|-------------------------|---------------|--------------------|------------|
| TRAMO DE LA CARRETERA | Maranura Mander Pavayoc | | ESTACION | Mander |
| SENTIDO | DE | Pavayoc | CODIGO DE ESTACION | |
| UBICACION | A | Maranura | FECHA | 30-03-2024 |
| | Dist: | Maranura | | |
| | Prov: | La Convencion | | |

| HORA | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLLER | | | | TRAYLLER | | | | TOTAL | |
|-------|------|---------------|------------|-------|-------------|-------|-----|-------|--------|-----|-----|---------------|-----|---------|--------|----------|-----|-----|--------|-------|--|
| | | | PICK UP | PANEL | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 2S1/2S2 | 2S3 | 3S1/3S2 | >= 3S3 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | >= 3T3 | | |
| 00-01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01-02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02-03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03-04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-06 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06-07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07-08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08-09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13-14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14-15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15-16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18-19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19-20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20-21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23-24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

13

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

| TRAMO DE LA CARRETERA | | SENTIDO | | UBICACIÓN | | ESTACION | | CODIGO DE ESTACION | | FECHA | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------|-----------------------|------------|------------------------------------|-------------|----------|-----|--------------------|-----|------------|-----|---------|---------------|---------|--------|-----|----------|-----|--------|-------|--|
| Maranura Mandor | | DE Maranura A Pabayoc | | Dist: Maranura Prov: La Convencion | | Mandor | | | | 31-03-2024 | | | | | | | | | | | |
| HORA | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | | CAMION | | | SEMI TRAYLLER | | | | TRAYLLER | | | TOTAL | |
| | | | PICK UP | PANEL | RURAL Combi | | 2 E | >3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 251/252 | 253 | 351/352 | >= 353 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | >= 3T3 | | |
| 00-01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01-02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02-03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03-04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-06 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06-07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07-08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08-09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13-14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14-15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15-16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18-19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19-20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20-21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23-24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

ESTUDIO DE TRAFICO - FORMATO DE CONTEO DIARIO - CLASIFICADOR VEHICULAR

14

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CEMENTO TIPO IP MÁS ADITIVO SIKA, CARRETERA COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA; MANDOR; MARANURA, LA CONVENCION – CUSCO -2023.

| TRAMO DE LA CARRETERA | | Haranura Mandor Palayoc | | ESTACION | | Mandor | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------|------------------------------------|------------|--------------------|-------------|------------|-----|-------|-----|--------|-----|---------|-----|--------------|--------|-----|---------|-----|--------|-------|--|----|
| SENTIDO | | DE Palayoc A Mandor | | CODIGO DE ESTACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| UBICACION | | Dist. Haranura prev. La Convencion | | FECHA | | 31-03-2024 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HORA | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | | CAMION | | | | SEMI TRAYLER | | | TRAYLER | | | TOTAL | | |
| | | | PICK UP | PANEL | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 251/252 | 253 | 351/352 | >= 353 | 2T2 | 2T3 | 3T2 | >= 3T3 | | | |
| 00-01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01-02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02-03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03-04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-06 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 06-07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07-08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08-09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13-14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14-15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15-16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18-19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19-20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20-21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23-24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 46 |

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR: