

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Influencia del aditivo impermeabilizante Sika-1 y  
Chemayolic en las propiedades del adobe  
compactado en el distrito de San Jerónimo - Cusco**

Roger Victor Salas Ppuyo  
Frank Jobehr Mamani Martinez

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Cusco, 2024

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** : MARKO ANTONIO LENGUA FERNANDEZ  
Asesor de trabajo de investigación  
**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación  
**FECHA** : 23 de Abril de 2024

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

**Título:**

"Influencia del aditivo impermeabilizante Sika- 1 y Chemayolic en las propiedades del adobe compactado en el distrito de San Jerónimo-Cusco"

**Autores:**

1. Roger Victor Salas Ppuyo – EAP. Ingeniería Civil
2. Frank Jobehr Mamani Martinez – 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 | <input checked="" type="checkbox"/> | NO | <input type="checkbox"/> |
| • Filtro de exclusión de grupos de palabras menores             | SI | <input checked="" type="checkbox"/> | NO | <input type="checkbox"/> |
| Nº de palabras excluidas ( <b>en caso de elegir "SI"</b> ):     |    | 5                                   |    |                          |
| • Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante | SI | <input checked="" type="checkbox"/> | NO | <input type="checkbox"/> |

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,

**La firma del asesor obra en el archivo original**  
**(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)**

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por acompañarme en el camino de la vida.

El agradecimiento principal va para mis padres, por haberme enseñado, demostrado que con esfuerzo y dedicación es posible alcanzar nuestros objetivos y sueños. Son un ejemplo a seguir por su trabajo y cooperación con los demás, mediante sus lecciones y su loable manifestación de perseverancia e integridad.

Un gran agradecimiento a mis hermanos (J.M.S.P, H.S.P, R.R.S.P y R.S.P), por el apoyo brindado y tener la dicha de ser  
vuestro hermano.

**Roger Victor Salas Ppuyo**

La finalización de la presente tesis fue posible gracias al apoyo de las personas que nos ayudaron de diferentes formas y contribuyeron emocionalmente, transmitiéndonos conocimientos de personas relacionadas a la tesis para poder terminar exitosamente este trabajo. Entre ellas quisiera agradecer a las siguientes:

A los docentes de la Facultad de Ingeniería, quienes me impartieron sus conocimientos durante mi formación profesional.

**Frank Jobehr Mamani Martinez**

## DEDICATORIA

A Dios, por permitirme tener el apoyo y la fuerza suficiente para poder concluir y disfrutar de los retos de esta hermosa carrera.

A mis padres, por el gran esfuerzo de otorgarme la oportunidad de estudiar y tenerme paciencia a lo largo de mi vida.

**Roger Victor Salas Ppuyo**

**A Dios**, que siempre me acompaña en el camino del bien y en todas mis decisiones. Dios me mostró tres hermosas rosas: la primera es la alegría; la segunda, la verdad; y la más roja, el amor. Las tres rosas son intercambiables, y cada una lleva siempre a las otras.

**A nuestras familias**, por el apoyo ilimitado y la confianza que nos tienen. Agradecer a mis hermanos(as) y especialmente a nuestros padres (Rosa M. A. - Juan Luis M. C.).

**Frank Jobehr Mamani Martinez**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|  |       |
|--|-------|
| PORTADA.....                                       | i     |
| AGRADECIMIENTOS.....                               | iv    |
| DEDICATORIA.....                                   | v     |
| ÍNDICE DE CONTENIDO.....                           | vi    |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                              | ix    |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                             | xiv   |
| RESUMEN.....                                       | xvi   |
| ABSTRACT.....                                      | xvii  |
| INTRODUCCIÓN.....                                  | xviii |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....         | 19    |
| 1.1 Planteamiento y formulación del problema.....  | 19    |
| 1.1.1 Problema general.....                        | 20    |
| 1.1.2 Problemas específicos.....                   | 20    |
| 1.2 Objetivos.....                                 | 21    |
| 1.2.1 Objetivo general.....                        | 21    |
| 1.2.2 Objetivos específicos.....                   | 21    |
| 1.3 Limitaciones de la presente investigación..... | 21    |
| 1.4 Hipótesis y variables.....                     | 22    |
| 1.4.1 Hipótesis general.....                       | 22    |
| 1.4.2 Hipótesis específicas.....                   | 22    |
| 1.4.3 Descripción de las variables.....            | 23    |
| 1.4.4 Operacionalización de variables.....         | 24    |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....                    | 25    |
| 2.1 Antecedentes de la investigación.....          | 25    |
| 2.1.1 Antecedentes a nivel internacional.....      | 25    |
| 2.1.2 Antecedentes a nivel nacional.....           | 26    |
| 2.2 Bases teóricas.....                            | 30    |
| 2.2.1 Chemayolic block de vidrio:.....             | 30    |
| 2.2.2 Sika -1 en polvo.....                        | 30    |

|   |  |     |
|---|--|-----|
| 2.2.3                                     | Determinación de los porcentajes de aditivos empleados para la fabricación del adobe compactado impermeable .....        | 32  |
| 2.2.4                                     | Requisitos y procedimiento de fabricación del adobe compactado .....   | 33  |
| 2.2.5                                     | Ensayos para medir el control de calidad de impermeabilidad.....   | 34  |
| 2.2.5.1                                   | Propiedades mecánicas .....  | 34  |
| 2.2.5.2                                   | Propiedades físicas.....   | 35  |
| 2.3                                       | Definición de términos básicos .....   | 37  |
| CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....           |  | 39  |
| 3.1                                       | Método, tipo o alcance de la investigación .....   | 39  |
| 3.2                                       | Diseño de la investigación .....   | 39  |
| 3.3                                       | Diseño de ingeniería.....  | 40  |
| 3.4                                       | Población y muestra .....  | 44  |
| 3.4.1                                     | Población .....  | 44  |
| 3.4.2                                     | Muestra.....   | 45  |
| 3.5                                       | Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....   | 45  |
| 3.5.1                                     | Técnicas e instrumentos de investigación .....   | 45  |
| 3.5.2                                     | Validez de instrumentos de investigación .....   | 46  |
| CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN ..... |  | 63  |
| 4.1                                       | Detalles del experimento:.....   | 63  |
| 4.1.1                                     | Ensayos de laboratorio del suelo como materia prima.....   | 63  |
| 4.1.2                                     | Parámetros técnicos de la maquina artesanal para la elaboración de adobes compactados impermeables.....                  | 69  |
| 4.1.3                                     | Cuadros de diseño de mezcla para la elaboración de adobes compactado con diferentes porcentajes de aditivo .....         | 70  |
| 4.1.4                                     | Ensayos de laboratorio con el adobe compactado seco.....   | 74  |
| 4.2                                       | Presentación de resultados .....   | 78  |
| 4.2.1                                     | Resultados de los ensayos de laboratorio del suelo como materia prima ...  | 78  |
| 4.2.2                                     | Resultados del ensayo de análisis y control para unidades de adobe compactado en laboratorio. (grupo experimental) ..... | 83  |
| 4.2.3                                     | Criterios para la aplicación de porcentajes de aditivo Sika-1 y Chemayolic en un adobe compactado. ....                  | 83  |
| 4.2.4                                     | Costo beneficio del adobe. ....  | 121 |
| 4.2.5                                     | Prueba de hipótesis.....   | 128 |

|   |     |
|---|-----|
| 4.3 Discusión de resultados.....  | 176 |
| CAPÍTULO V: CONCLUSIONES .....  | 178 |
| CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES.....   | 180 |
| CAPÍTULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                            | 181 |
| CAPÍTULO VIII: ANEXOS.....  | 184 |
| PRESUPUESTO.....  | 184 |
| CRONOGRAMA.....   | 185 |
| PANEL FOTOGRÁFICO DE LABORATORIO.....                                     | 186 |
| PANEL FOTOGRÁFICO DE ELABORACIÓN DEL ADOBE .....                          | 201 |
| CONSTANCIA Y CERTIFICADOS DE CALIBRACION EMITIDOS POR<br>LABORATORIO..... | 207 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Tabla 1.  | Matriz de operacionalización.....  | 24 |
| Tabla 2.  | Tabla para medir la Impermeabilidad.....   | 44 |
| Tabla 3.  | Resumen de la evaluación de contenido de los ítems del instrumento de succión del adobe compactado.....                  | 58 |
| Tabla 4.  | Resumen de la evaluación de contenido de los ítems del instrumento de absorción del adobe compactado.....                | 59 |
| Tabla 5.  | Resumen de la evaluación de contenido de los ítems del instrumento de resistencia a compresión del adobe compactado..... | 60 |
| Tabla 6.  | Resumen de la evaluación de contenido de los ítems del instrumento de erosión acelerada swinburne.....                   | 61 |
| Tabla 7.  | Cantidad de adobes que serán sometidos a pruebas de laboratorio.....   | 62 |
| Tabla 8.  | Factor para límite líquido tabla a-1.....  | 66 |
| Tabla 9.  | Resultados del ensayo Proctor estándar.....  | 68 |
| Tabla 10. | Propiedades físicas y mecánicas de los materiales que la componen.....   | 69 |
| Tabla 11. | Diseño de mezcla para un adobe compactado con 0.0 porcentaje (%) de aditivo .  | 70 |
| Tabla 12. | Diseño de mezcla para un adobe compactado con 1.5 porcentaje (%) de aditivo Sika-1 en polvo.....                         | 70 |
| Tabla 13. | Diseño de mezcla para un adobe compactado con 2.0 porcentaje (%) de aditivo Sika-1 en polvo.....                         | 70 |
| Tabla 14. | Diseño de mezcla para un adobe compactado con 2.5 porcentaje (%) de aditivo Sika-1 en polvo.....                         | 70 |
| Tabla 15. | Diseño de mezcla para un adobe compactado con 1.5 porcentaje (%) de aditivo Chemayolic en polvo.....                     | 71 |
| Tabla 16. | Diseño de mezcla para un adobe compactado con 3.0 porcentaje (%) de aditivo Chemayolic en polvo.....                     | 71 |
| Tabla 17. | Diseño de mezcla para un adobe compactado con 4.5 porcentaje (%) de aditivo Chemayolic en polvo.....                     | 71 |
| Tabla 18. | Diseño de mezcla para un adobe compactado con 2.0 porcentaje de aditivo combinado.....                                   | 72 |
| Tabla 19. | Diseño de mezcla para un adobe compactado con 2.5 porcentaje de aditivo combinado.....                                   | 72 |
| Tabla 20. | Diseño de mezcla para un adobe compactado con 3.0 porcentaje de aditivo combinado.....                                   | 72 |
| Tabla 21. | Criterio para clasificar la erosión acelerada.....   | 75 |

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| Tabla 22. | Resultado del ensayo de contenido de humedad.....   | 78  |
| Tabla 23. | Resultados del ensayo de límite de consistencia.....  | 79  |
| Tabla 24. | Resultados del ensayo de granulometría.....   | 80  |
| Tabla 25. | Clasificación de los suelos por el tamaño de sus partículas.....  | 80  |
| Tabla 26. | Resultados de clasificación del suelo por el tamaño de sus partículas según los resultados obtenidos en la granulometría .....    | 81  |
| Tabla 27. | Resumen de los resultados promedios de las tablas de adobe compactado .....   | 85  |
| Tabla 28. | Resumen de los nombres de los resultados de figuras y tablas de adobe compactado .....  | 86  |
| Tabla 29. | Resultados primarios del ensayo de Absorción 0 % de aditivo .....   | 89  |
| Tabla 30. | Resultados primarios del ensayo de Absorción 1.5 % de aditivo Sika-1.....   | 89  |
| Tabla 31. | Resultados primarios del ensayo de Absorción 2.0 % de aditivo Sika-1 .....  | 90  |
| Tabla 32. | Resultados primarios del ensayo de Absorción 2.5 % de aditivo Sika-1.....   | 90  |
| Tabla 33. | Comparación de resultados promedio de los ensayos de Absorción (0.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%) del aditivo Sika-1 .....                 | 91  |
| Tabla 34. | Resultados primarios del ensayo de Absorción 1.5 % de aditivo Chemayolic.....   | 92  |
| Tabla 35. | Resultados primarios del ensayo de Absorción 2.0 % de aditivo Chemayolic.....   | 92  |
| Tabla 36. | Resultados primarios del ensayo de Absorción 2.5 % de aditivo Chemayolic.....   | 93  |
| Tabla 37. | Comparación de resultados promedio de los ensayos de Absorción (0.0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) del aditivo Chemayolic .....             | 93  |
| Tabla 38. | Resultados primarios del ensayo de Absorción 2.0 % de aditivo Sika-1 + Chemayolic .....   | 94  |
| Tabla 39. | Resultados primarios del ensayo de Absorción 2.5 % de aditivo Sika-1 + Chemayolic .....   | 95  |
| Tabla 40. | Resultados primarios del ensayo de Absorción 3.0 % de aditivo Sika-1 + Chemayolic .....   | 95  |
| Tabla 41. | Comparación de resultados promedio de los ensayos de Absorción (0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0%) de los aditivos Sika-1 + Chemayolic..... | 96  |
| Tabla 42. | Resultados primarios del ensayo de Succión 0 % de aditivo.....  | 97  |
| Tabla 43. | Resultados primarios del ensayo de Succión 1.5 % de aditivo Sika-1.....   | 97  |
| Tabla 44. | Resultados primarios del ensayo de Succión 2.0 % de aditivo Sika-1.....   | 98  |
| Tabla 45. | Resultados primarios del ensayo de Succión 2.5 % de aditivo Sika-1.....   | 98  |
| Tabla 46. | Comparación de resultados promedio de los ensayos de Succión (0.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%) del aditivo Sika-1 .....                   | 99  |
| Tabla 47. | Resultados primarios del ensayo de Succión 1.5 % de aditivo Chemayolic.....   | 100 |
| Tabla 48. | Resultados primarios del ensayo de Succión 3 % de aditivo Chemayolic.....   | 100 |
| Tabla 49. | Resultados primarios del ensayo de Succión 4.5 % de aditivo Chemayolic.....   | 101 |

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| Tabla 50. | Comparación de resultados promedio de los ensayos de Succión (0.0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) del aditivo Chemayolic.....  | 101 |
| Tabla 51. | Resultados primarios del ensayo de Succión 2.0 % de aditivo Sika-1 + Chemayolic .....   | 102 |
| Tabla 52. | Resultados primarios del ensayo de Succión 2.5 % de aditivo Sika-1 + Chemayolic .....   | 103 |
| Tabla 53. | Resultados primarios del ensayo de Succión 3.0 % de aditivo Sika-1 + Chemayolic .....   | 103 |
| Tabla 54. | Comparación de resultados promedio de los ensayos de Succión (0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0%) de los aditivos sika-1 + Chemayolic.....                             | 104 |
| Tabla 55. | Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 0 % de aditivo .....  | 105 |
| Tabla 56. | Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 1.5 % de aditivo Sika-1 .....   | 105 |
| Tabla 57. | Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 2.0 % de aditivo Sika-1.....  | 106 |
| Tabla 58. | Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 2.5 % de aditivo Sika-1 .....   | 106 |
| Tabla 59. | Comparación de resultados promedio de los ensayos de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) (0.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%) del aditivo Sika-1 .....                  | 107 |
| Tabla 60. | Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 1.5 % de aditivo Chemayolic .....   | 108 |
| Tabla 61. | Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 3 % de aditivo Chemayolic .....   | 108 |
| Tabla 62. | Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 4.5 % de aditivo Chemayolic .....   | 109 |
| Tabla 63. | Comparación de resultados promedio de los ensayos de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) (0.0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) del aditivo Chemayolic .....              | 109 |
| Tabla 64. | Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 2.0 % de aditivo sika-1 + Chemayolic .....  | 110 |
| Tabla 65. | Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 2.5 % de aditivo Sika-1 + Chemayolic .....  | 111 |
| Tabla 66. | Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 3.0 % de aditivo Sika-1 + Chemayolic .....  | 111 |
| Tabla 67. | Comparación de resultados promedio de los ensayos de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) (0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0%) de los aditivos Sika-1 + Chemayolic ..... | 112 |

|           |  |     |
|-----------|--|-----|
| Tabla 68. | Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 0.0% de aditivo.  | 113 |
| Tabla 69. | Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 1.5 % de aditivo Sika-1.  | 113 |
| Tabla 70. | Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 2.0 % de aditivo Sika-1.  | 114 |
| Tabla 71. | Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 2.5 % de aditivo Sika-1.  | 114 |
| Tabla 72. | Comparación de resultados promedio de los ensayos de Resistencia a la Compresión (0.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%) del aditivo Sika-1                  | 115 |
| Tabla 73. | Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 1.5 % de aditivo Chemayolic   | 116 |
| Tabla 74. | Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 3 % de aditivo Chemayolic   | 116 |
| Tabla 75. | Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 4.5 % de aditivo Chemayolic   | 117 |
| Tabla 76. | Comparación de resultados promedio de los ensayos de Resistencia a la Compresión (0.0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) del aditivo Chemayolic              | 117 |
| Tabla 77. | Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 2.0 % de aditivo Sika-1 + Chemayolic.   | 118 |
| Tabla 78. | Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 2.5 % de aditivo Sika-1 + Chemayolic.   | 119 |
| Tabla 79. | Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 3.0 % de aditivo Sika-1 + Chemayolic.   | 119 |
| Tabla 80. | Comparación de resultados promedio de los ensayos de Resistencia a la Compresión (0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0%) de los aditivos sika-1 + Chemayolic | 120 |
| Tabla 81. | Resumen de costo beneficio por unidad de adobe   | 121 |
| Tabla 82. | Costo del adobe 0.40 x 0.40 x 0.10 m.  | 124 |
| Tabla 83. | Costo del medio adobe 0.40 x 0.19 x 0.10 m.  | 124 |
| Tabla 84. | Costo que se debe incluir en la elaboración de adobe.  | 125 |
| Tabla 85. | Costo del adobes compactado e impermeable sin aditivo.   | 125 |
| Tabla 86. | Costo del aditivo Sika -1  | 126 |
| Tabla 87. | Costo del aditivo Chemayolic   | 126 |
| Tabla 88. | Costo de la combinación de aditivos Sika-1 más Chemayolic  | 127 |
| Tabla 89. | Descriptivos – Absorción (%) Sika-1  | 128 |
| Tabla 90. | Prueba de normalidad - Absorción (%) Sika-1  | 131 |
| Tabla 91. | Análisis de varianza - Absorción (%) Sika-1  | 132 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 92. Análisis de varianza Duncan - Absorción (%) Sika-1 .....   | 133 |
| Tabla 93. Prueba de ANOVA - Absorción (%) Sika-1 .....   | 133 |
| Tabla 94. Descriptivos – Succión (gr/min/200cm <sup>2</sup> ) Sika-1 .....                                       | 135 |
| Tabla 95. Prueba de normalidad – Succión (gr/min/200cm <sup>2</sup> ) Sika-1 .....                               | 137 |
| Tabla 96. Análisis de varianza ANOVA – Succión (gr/min/200cm <sup>2</sup> ) Sika-1 .....                         | 138 |
| Tabla 97. Descriptivos – Resistencia a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) Sika-1 .....                             | 140 |
| Tabla 98. Prueba de normalidad – Resistencia a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) Sika-1 .....                     | 142 |
| Tabla 99. Análisis de varianza ANOVA – Resistencia a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) Sika-1 .....               | 143 |
| Tabla 100. Descriptivos – Absorción (%) Chemayolic .....   | 144 |
| Tabla 101. Prueba de normalidad - Absorción (%) Chemayolic .....   | 146 |
| Tabla 102. Análisis de varianza - Absorción (%) Chemayolic .....   | 147 |
| Tabla 103. Análisis de varianza Duncan - Absorción (%) Chemayolic.....   | 148 |
| Tabla 104. Prueba de ANOVA - Absorción (%) Chemayolic .....  | 149 |
| Tabla 105. Descriptivos – Succión (gr/min/200cm <sup>2</sup> ) Chemayolic .....                                  | 151 |
| Tabla 106. Prueba de normalidad – Succión (gr/min/200cm <sup>2</sup> ) Chemayolic .....                          | 152 |
| Tabla 107. Análisis de varianza ANOVA – Succión (gr/min/200cm <sup>2</sup> ) Chemayolic .....                    | 153 |
| Tabla 108. Descriptivos – Resistencia a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) Chemayolic .....                        | 155 |
| Tabla 109. Prueba de normalidad – Resistencia a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) Chemayolic .....                | 156 |
| Tabla 110. Análisis de varianza - Resistencia a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) Chemayolic.....                 | 158 |
| Tabla 111. Análisis de varianza Tukey - Resistencia a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) Chemayolic .              | 158 |
| Tabla 112. Prueba de ANOVA - Resistencia a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) Chemayolic.....                      | 158 |
| Tabla 113. Descriptivos – Absorción (%) Sika-1 + Chemayolic.....   | 161 |
| Tabla 114. Prueba de normalidad - Absorción (%) Sika-1 + Chemayolic.....   | 162 |
| Tabla 115. Análisis de varianza - Absorción (%) Sika-1 + Chemayolic .....  | 164 |
| Tabla 116. Análisis de varianza Duncan - Absorción (%) Sika-1 + Chemayolic .....                                 | 164 |
| Tabla 117. Prueba de ANOVA - Absorción (%) Sika-1 + Chemayolic .....   | 166 |
| Tabla 118. Descriptivos – Succión (gr/min/200cm <sup>2</sup> ) Sika-1 + Chemayolic .....                         | 168 |
| Tabla 119. Prueba de normalidad – Succión (gr/min/200cm <sup>2</sup> ) Sika-1 + Chemayolic .....                 | 169 |
| Tabla 120. Análisis de varianza ANOVA – Succión (gr/min/200cm <sup>2</sup> ) Sika-1 + Chemayolic .....           | 170 |
| Tabla 121. Descriptivos – Resistencia a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) Sika-1 + Chemayolic .....               | 172 |
| Tabla 122. Prueba de normalidad – Resistencia a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) Sika-1 + Chemayolic .....       | 173 |
| Tabla 123. Análisis de varianza ANOVA – Resistencia a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) Sika-1 + Chemayolic ..... | 175 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 01. Esfuerzo de rotura mínima de un ensayo de compresión.(20).....   | 34 |
| Figura 02. Calcular la absorción(17).....   | 35 |
| Figura 03. Calcular la succión(18). ....  | 36 |
| Figura 04. Esquema del Ensayo de absorción de agua por capilaridad.(19).....  | 36 |
| Figura 05. Esquema del ensayo de erosión acelerada Swinburne.(19) .....   | 37 |
| Figura 06. Maquina Cinva-Raw(2). ....   | 38 |
| Figura 07. Diseño de ingeniería .....   | 40 |
| Figura 08. Primer paso del grupo de control. ....   | 41 |
| Figura 09. Segundo paso del grupo de control.....   | 41 |
| Figura 10. Primera muestra del grupo experimental .....   | 42 |
| Figura 11. Segunda muestra del grupo experimental.....  | 43 |
| Figura 12. Tercera muestra del grupo experimental.....  | 43 |
| Figura 13. Segundo paso del grupo experimental .....  | 44 |
| Figura 14. Cálculos de contenido de humedad expresado en porcentaje.(21) .....  | 63 |
| Figura 15. Cálculo del límite líquido(22).....  | 65 |
| Figura 16. Cálculo del límite plástico. ....  | 66 |
| Figura 17. Cálculo del índice de plasticidad. ....  | 66 |
| Figura 18. Porcentaje de material que pasa por el tamiz. ....   | 67 |
| Figura 19. porcentaje retenido sobre cada tamiz. ....   | 67 |
| Figura 20. Cálculo del Porcentaje más fino. ....  | 67 |
| Figura 21. Curva de compactación.....   | 68 |
| Figura 22. Cálculo del Porcentaje más fino(17).....   | 74 |
| Figura 23. Cálculo del Porcentaje más fino(17).....   | 76 |
| Figura 24. Resultado del ensayo de contenido de humedad.....  | 78 |
| Figura 25. Clasificación SUCS: Arena Limosa (SM). ....  | 82 |
| Figura 26. Resultados Carta de plasticidad .....  | 82 |
| Figura 27. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Absorción (0.0%, 1.5%,<br>2.0% y 2.5%) del aditivo sika-1 .....                 | 91 |
| Figura 28. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Succión (0.0%, 1.5%, 3.0%<br>y 4.5%) del aditivo CHEMAYOLIC .....               | 94 |
| Figura 29. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Absorción (0.0%, 2.0%,<br>2.5% y 3.0%) de los aditivos sika-1 + CHEMAYOLIC..... | 96 |
| Figura 30. Comparación de resultados promedio de los ensayos de (0.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%)<br>del aditivo sika-1 .....                           | 99 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 31. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Succión (0.0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) del aditivo CHEMAYOLIC .....   | 102 |
| Figura 32. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Succión (0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0%) de los aditivos sika-1 + CHEMAYOLIC .....                            | 104 |
| Figura 33. Comparación de resultados promedio de los ensayos de (0.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%) del aditivo sika-1 .....   | 107 |
| Figura 34. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) (0.0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) del aditivo CHEMAYOLIC ....               | 110 |
| Figura 35. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) (0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0%) de los aditivos sika-1 + CHEMAYOLIC ..... | 112 |
| Figura 36. Comparación de resultados promedio de los ensayos de (0.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%) del aditivo sika-1 .....   | 115 |
| Figura 37. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Resistencia a la Compresión (0.0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) del aditivo CHEMAYOLIC .....                     | 118 |
| Figura 38. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Resistencia a la Compresión (0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0%) de los aditivos sika-1 + CHEMAYOLIC .....        | 120 |
| Figura 39. Histograma - Absorción (%) Sika-1 .....   | 131 |
| Figura 40. Diagrama de dispersión – Absorción (%) Sika-1 .....   | 134 |
| Figura 41. Histograma – Succión (gr/min/200cm <sup>2</sup> ) Sika-1 .....  | 137 |
| Figura 42. Diagrama de dispersión – Succión (gr/min/200cm <sup>2</sup> ) Sika-1 .....  | 139 |
| Figura 43. Histograma – Resistencia a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) Sika-1 .....  | 142 |
| Figura 44. Diagrama de dispersión – Resistencia a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) Sika-1 .....  | 144 |
| Figura 45. Histograma - Absorción (%) CHEMAYOLIC .....   | 147 |
| Figura 46. Diagrama de dispersión – Absorción (%) CHEMAYOLIC .....   | 149 |
| Figura 47. Histograma – Succión (gr/min/200cm <sup>2</sup> ) CHEMAYOLIC .....  | 153 |
| Figura 48. Diagrama de dispersión – Succión (gr/min/200cm <sup>2</sup> ) CHEMAYOLIC .....  | 154 |
| Figura 49. Histograma – Resistencia a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) CHEMAYOLIC .....  | 157 |
| Figura 50. Diagrama de dispersión – Resistencia a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) CHEMAYOLIC  | 159 |
| Figura 51. Histograma - Absorción (%) SIK-1 + CHEMAYOLIC .....   | 163 |
| Figura 52. Diagrama de dispersión – Absorción (%) Sika-1 + CHEMAYOLIC .....  | 166 |
| Figura 53. Histograma – Succión (gr/min/200cm <sup>2</sup> ) Sika-1 + CHEMAYOLIC .....   | 170 |
| Figura 54. Diagrama de dispersión – Succión (gr/min/200cm <sup>2</sup> ) Sika-1 + CHEMAYOLIC   | 171 |
| Figura 55. Histograma – Resistencia a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) Sika-1 + CHEMAYOLIC....   | 174 |
| Figura 56. Diagrama de dispersión – Resistencia a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) Sika-1 + CHEMAYOLIC .....   | 175 |

## RESUMEN

La construcción de casas con adobe es una técnica ancestral muy antigua, cuyo conocimiento se ha ido transmitiendo de generación en generación (autoconstrucción) en la zona rural del Perú, principalmente de los andes peruanos; cuya característica resaltante es que se mantiene vigente a lo largo del tiempo como un material de construcción al alcance de los más necesitados. De un tiempo a esta parte, la técnica de fabricación de adobes ha sido mejorando paulatinamente, muestra de ello es que existe una norma técnica peruana. En este sentido este trabajo de investigación científica, busca mejorar la resistencia a la absorción, succión, la compresión simple y la resistencia a la erosión por goteo; con este propósito se mezcló aditivo en polvo Sika-1 y pegamento CHEMAYOLIC, en diferentes porcentajes y además varias combinaciones de ellos, y resultó que el más efectivo fue el CHEMAYOLIC en una adición de 1.5%, disminuyendo la absorción en un 68% y la succión en un 64%, y en un porcentaje de adición de 4.5% incrementa la resistencia a la compresión en 20.4% y reduce la oquedad hasta un 0.33mm en el ensayo de erosión acelerada por goteo. Estos adobes mejorados se comprimieron con dos gatas hidráulicas de capacidad 2 toneladas, cada una para llegar a su peso específico seco máximo, adicionándole agua con una cantidad que se obtuvo del ensayo de compactación, obteniendo resultados que cumplen con lo recomendado por la norma técnica peruana que es 10.2 kgf/cm<sup>2</sup>. El presente estudio tiene como objetivo principal obtener un elemento de tierra cruda (adobe compactado) mucho más impermeable y resistente que lo habitualmente conocido, por medio de la aplicación de los aditivos “Sika-1” y “CHEMAYOLIC”, de modo que contribuya con la estructura de las viviendas en San Jerónimo-Cusco. En este estudio de investigación se utiliza la metodología en base a pruebas de laboratorio, para recolectar datos y analizar el suelo como materia prima se realizaron los ensayos de límites de plasticidad, granulometría y con el adobe compactado luego de 28 días de secado a la intemperie se realizaron los ensayos de Absorción, Succión, compresión simple y de resistencia a erosión acelerada, la muestra estuvo conformada por 240 unidades de adobe compactado en total, 24 sin adición de aditivos, 72 con adición de Sika-1 (1,5%, 2%, 2,5%), 72 con adición de CHEMAYOLIC (1,5%, 3%, 4,5%) y 72 con adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC (2.0%, 2.5%, 3.0%). Los resultados obtenidos fueron, empleando la adición de 1.5% de CHEMAYOLIC se tiene una absorción de 10.91%, succión de 3.66% y empleando la adición de 4.5% de CHEMAYOLIC se tiene una resistencia a la compresión simple de (27.1 kg/cm<sup>2</sup>), con una resistencia a la erosión por goteo (0.33mm de oquedad), determinando que los adobes compactados pueden ser utilizados como adobes mejorados ya que cumplen con el mínimo de 10.2 kg/cm<sup>2</sup>.

## ABSTRACT

The construction of houses with adobe is a very old ancestral technique, whose knowledge has been transmitted from generation to generation (self-construction) in the rural area of Peru, mainly in the Peruvian Andes; whose outstanding characteristic is that it remains in force overtime as a construction material available to those most in need. For some time now, the adobe manufacturing technique has been gradually improved, proof of this is that there is a Peruvian technical standard. In this sense, this scientific research work seeks to improve the resistance to absorption, suction, simple compression and resistance to erosion by dripping; For this purpose, Sika-1 powder additive and CHEMAYOLIC glue were mixed, in different percentages and also various combinations of them, and it turned out that the most effective was CHEMAYOLIC in an addition of 1.5%, reducing absorption by 68% and the suction by 64%, and an increase percentage of 4.5% increases the compressive strength by 20.4% and reduces the void up to 0.33mm in the accelerated drip erosion test. These improved adobes were compressed with two hydraulic jacks with a capacity of 2 tons, each one to reach their maximum dry specific weight, adding water with an amount obtained from the compaction test, obtaining results that comply with what is recommended by the Peruvian technical standard. which is 10.2 kgf/cm<sup>2</sup>. The main objective of this study is to obtain an element of raw earth (compacted adobe) much more impermeable and resistant than what is usually known, through the application of the additives "Sika-1" and "CHEMAYOLIC", so that it contributes with the housing structure in San Jerónimo-Cusco. In this research study, the methodology is used based on laboratory tests, for the collection of data and analysis of the soil as raw material, the tests of limits of plasticity, granulometry and with the compacted adobe were carried out after 28 days of drying at Absorption, Suction, simple compression and resistance to accelerated erosion tests were carried out in the open, the sample consisted of 240 units of compacted adobe in total, 24 without the addition of additives, 72 with the addition of Sika-1 (1.5 %, 2%, 2.5%), 72 with the addition of CHEMAYOLIC (1.5%, 3%, 4.5%) and 72 with the addition of Sika-1 + CHEMAYOLIC (2.0%, 2.5%, 3.0%) . The results obtained were, using the addition of 1.5% of CHEMAYOLIC, there is an absorption of 10.91%, suction of 3.66% and using the addition of 4.5% of CHEMAYOLIC, there is a simple compressive strength of (27.1 kg/cm<sup>2</sup>), with a resistance to drip erosion (0.33mm hollow), determining that the compacted bricks can be used as improved bricks since they meet the minimum of 10.2 kg/cm<sup>2</sup>.

## INTRODUCCIÓN

Desde hace muchos años, el hombre primitivo a estado obligado a buscar un sitio para cuidarse del intemperismo (lluvia, viento, heladas), de animales hambrientos y en ese contexto tuvo que construir empleando diferentes materiales, entre los cuales se encuentra el adobe. Los bloques o adobes de suelo comprimido (BTC) están hoy en día investigados en muchos países del primer mundo y en países en vías de desarrollo incluyéndoles aditivos o sustancias químicas o naturales que tienen como objetivo incrementar sus propiedades mecánicas, hidráulicas y físicas. Esto debido a que el suelo sin cocción es un material barato y de fácil acceso para ser usado en la industria de la construcción, además, el obtenerlo a bajo costo, aunado a sus características térmicas, lo convierten en un baluarte para la construcción de viviendas, de personas de bajos recursos que existen en todo el mundo. En ese entender el adobe tiene muchas ventajas; pero también tiene desventajas como es la poca resistencia a la humedad, que en este estudio se pretende mejorar. El propósito del trabajo es mejorar el adobe que el poblador andino elabora sin ninguna dirección técnica en lo que se refiere a sus propiedades de impermeabilización, para esto se adicionó dos aditivos, el primero aditivo Sika-1 y el segundo Pegamento Chemayolic.

El trabajo de investigación se organizó de la siguiente manera: en el capítulo uno se describió el planteamiento del problema, en el capítulo dos se indago antecedentes de la investigación, bases teóricas y la definición de términos básicos formando el marco teórico, en el tercer capítulo se enmarco en la metodología, el cuarto capítulo consta de detalles del experimento, presentación de resultados y discusión de resultados

# CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

## 1.1 Planteamiento y formulación del problema

Desde hace muchos años, el hombre primitivo ha estado obligado a buscar un sitio para cuidarse del intemperismo (lluvia, viento, heladas), de animales hambrientos y en ese contexto tuvo que construir empleando diferentes materiales, entre los cuales se encuentra el adobe.

Los bloques o adobes de suelo comprimido (BTC) están hoy en día investigados en muchos países del primer mundo y en países en vías de desarrollo incluyéndoles aditivos o sustancias químicas o naturales que tienen como objetivo incrementar sus propiedades mecánicas, hidráulicas y físicas. Esto se debe a que el suelo sin cocción es un material barato y de fácil acceso para ser usado en la industria de la construcción, además, en vista de que presenta un amplio rango de propiedades térmicas y bajo costo, lo convierten en un material de mucha importancia para la construcción de viviendas, de personas de bajos recursos que existen en todo el mundo (1) .

El Departamento de Investigación y Tecnología de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, con el objetivo de incrementar el nivel de vida de los habitantes de Juliaca, ha desarrollado mejoramientos en la utilización de técnicas del adobe, específicamente de suelo cemento(2).

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (3) evidencio que en el Perú para el 2017 existen 10 millones 102 mil 849 viviendas (10,102,849). De esta cantidad dos millones 148 mil 494 (2,148,494) que representa el 27.9% predomina en su construcción el adobe en sus paredes externas, tapial o quincha. En los muros de las edificaciones en Cusco con 217 mil 794 viviendas (67.3%), en la zona rural predomina abundantemente el material de tierra cruda (adobe) y nuestra localidad de estudio se encuentra en el distrito San Jerónimo, provincia y departamento de Cusco en donde existen un total de 11 881 viviendas según el último censo del 2017: VII de vivienda de los cuales 5553 viviendas son de adobe.

Lo cual representando en porcentajes que el 46.7 % de viviendas son construidas con tierra y paja a través de bloques de adobe, en donde la resistencia a la absorción de la humedad es comparativamente baja y en esta localidad entre los meses de enero y marzo se presenta constantes precipitaciones de lluvias e incluso en algunas temporadas llegan a suceder inundaciones. Por tal motivo buscamos generara adobes impermeables que resistan la humedad y no colapse frente a una inundación utilizando materiales industriales que fueron fabricados

con otro propósito. Existen muchos aditivos en el mercado que son probados de forma individual en las diferentes investigaciones, en la presente tesis se quiso probar dos aditivos con la idea de potenciar las propiedades físicas y mecánicas del adobe. La intención era experimentar con aditivos baratos y que estén al alcance del poblador andino.

Entre las alternativas de soluciones que se plantearon para mejorar el adobe se realizaron estudios utilizando fibras Hibiscus Cannabinus, ceniza y cemento, usando un polímero natural De Cabuya o *Furcraea andina*, fibra de la hoja de piña tipo Golden, mucílago de penca de tuna, aditivo para carreteras Perma-zyme, adición de la viruta de madera, cal hidratada y miel de caña. Pero en ningún caso se mejoró considerablemente por lo que se busca mejorar aún más utilizando 2 aditivos impermeabilizantes para concreto, pero en este caso se empleara en un adobe compactado. Se usarán dos aditivos debido a que en las anteriores investigaciones usaron un solo aditivo los cuales no son muy considerables por tanto se busca usar 2 aditivos y la combinación de los mismos para obtener mejores resultados.

### **1.1.1 Problema general**

¿Cómo Obtener un elemento de tierra cruda (adobe compactado) mucho más impermeable que lo habitualmente conocido, por medio de la aplicación de los aditivos “Sika-1” y “CHEMAYOLIC”?

### **1.1.2 Problemas específicos**

- ¿Cómo repercuten el Aditivo Impermeabilizante Sika-1 y el pegamento impermeabilizante CHEMAYOLIC en la succión y absorción del adobe compactado en el municipio de San Jerónimo-Cusco, así como la que resulta de combinar ambos impermeabilizantes?
- ¿Cuánto es la resistencia a la compresión y a la erosión acelerada luego de utilizar el pegamento impermeabilizante CHEMAYOLIC e Impermeabilizante Sika-1 en la fabricación del adobe compactado, en el municipio de San Jerónimo-Cusco?
- ¿Cuál es la dosificación adecuada para la fabricación de adobes compactados con intervención de aditivos, bajo la Norma Española UNE-41410?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Obtener un elemento de tierra cruda (adobe compactado) mucho más impermeable y resistente que lo habitualmente conocido, por medio de la aplicación de los aditivos “Sika-1” y “CHEMAYOLIC”, de modo que contribuya con la estructura de las viviendas en San Jerónimo-Cusco.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Determinar la influencia del Aditivo Impermeabilizante Sika-1 y del pegamento impermeabilizante CHEMAYOLIC en la succión y absorción del adobe compactado en el municipio de San Jerónimo-Cusco, así como la que resulta de combinar ambos impermeabilizantes.
- Determinar la resistencia a la compresión y a la erosión acelerada luego de utilizar el pegamento impermeabilizante CHEMAYOLIC e Impermeabilizante Sika-1 en la fabricación del adobe compactado, en el municipio de San Jerónimo-Cusco.
- Determinar las variantes de dosificación adecuadas para la fabricación de adobes compactados con intervención de aditivos, bajo la Norma Española UNE-41410.

#### **➤ Importancia de la investigación**

Se busca evaluar si la adición de aditivos impermeabilizantes para el concreto y mortero pueden funcionar para estabilizar en algún grado el adobe comprimido, se quiere averiguar si mejora o no las propiedades hidráulicas de las unidades de adobe comprimido. También se quiere mejorar la unidad de albañilería de suelo crudo y sin incrementar exageradamente el costo; tomando en cuenta que los aditivos entran en proporciones pequeñas y son aditivos que se consiguen en cualquier ferretería de la localidad. En resumen, la importancia radica en mejorar la calidad general del adobe y mejorar las propiedades hidráulicas del mismo y además sin encarecer la unidad de albañilería.

## **1.3 Limitaciones de la presente investigación**

Los resultados no se pueden generalizar para todos los suelos. Los resultados serán válidos para el distrito de San Jerónimo-Cusco.

Los resultados obtenidos solo serán válidos para los impermeabilizantes sika-1 y CHEMAYOLIC y la máquina de compresión esta limita a dos toneladas de presión y no es una maquina industrial y es fabricado con material reciclado.

El estudio tiene como objetivo mejorar las propiedades del adobe artesanal adicionándole dos aditivos impermeabilizantes que pretenden mejorar las propiedades de succión y absorción principalmente. En la parte de recomendaciones se coloca para ampliar la investigación de la unidad de albañilería se puede realizar ensayos de compresión con pilas de adobe y corte diagonal con un murete de adobe. En la presente tesis se limita a investigar la unidad de albañilería solamente.

## **1.4 Hipótesis y variables**

### **1.4.1 Hipótesis general**

Los elementos de tierra cruda (adobe compactado) son significativamente más impermeables que lo habitualmente conocido, por medio de la aplicación de los aditivos “Sika-1” y “CHEMAYOLIC”, de modo que contribuirá con la estructura de las viviendas en San Jerónimo de Cusco.

### **1.4.2 Hipótesis específicas**

- El Aditivo Impermeabilizante Sika-1 y el pegamento impermeabilizante CHEMAYOLIC influyen de manera significativa en la succión y absorción del adobe compactado, con material extraído de canteras del distrito de San Jerónimo-Cusco; con la combinación de ambos aditivos se tienen resultados similares.
- La influencia de la resistencia y la erosión acelerada luego de utilizar el pegamento impermeabilizante CHEMAYOLIC e impermeabilizante Sika-1 en la fabricación del adobe compactado, mejoran la resistencia a la compresión y reducen la erosión acelerada de estas piezas de mampostería, cuando son fabricadas con material extraído de canteras de San Jerónimo-Cusco.
- Las variantes de dosificación adecuadas en la fabricación de adobes compactados con intervención de aditivos se mejoran y son determinadas por la Norma Española UNE-41410.

### 1.4.3 Descripción de las variables

➤ Variable independiente

Aditivo impermeabilizante Sika-1: es un aditivo que se le incorpora al mortero de cemento y al concreto con la finalidad de obtener propiedades impermeabilizantes para las estructuras, tiene consistencia líquida de fraguado normal para estructuras de cemento. Químicamente actúa bloqueando los pequeños capilares y los microporos de la estructura monolítica del cemento.

Pegamento impermeabilizante CHEMAYOLIC: este pegamento está diseñado para adherirse rápidamente y de manera segura a cualquier superficie. Se ha fabricado tomando en cuenta su utilización en servicios higiénicos especialmente duchas, lugar donde se necesita que sea resistente al paso del agua y resistente a microorganismo como hongos. Además, mantiene las características de alta resistencia a la compresión para cumplir la función estructural en paredes de vidrio, buena flexibilidad, ofreciendo características impermeables.

➤ Variable dependiente

Propiedades del adobe comprimido

Resistencia a la compresión: Es una relación entre la carga aplicada y el área de la superficie de contacto del espécimen, en este caso el área superior del adobe compactado se toma en cuenta la medida máxima de rotura. La unidad de medida son los kilogramos por centímetro cuadrado ( $\text{kg/cm}^2$ ) y/o megapascales (MPa).

## 1.4.4 Operacionalización de variables

**Tabla 1. Matriz de operacionalización**

| Tipo De Variable       | Variable                                      | Dimensiones                   | Definición operacional  | Indicadores  | ud. |
|------------------------|---|-------------------------------|---|--|-----|
| <b>Independientes:</b> | ADITIVO IMPERMEABILIZANTE Sika-1              | Dosis del aditivo             | Es una parte que se le agrega a la materia prima del adobe y se mezcla en seco, antes de compactarlo, en forma de polvo en porcentajes controlados (1.5%, 2.0%, 2.5%) | % de adición de aditivo impermeabilizante (con referencia al peso del suelo secado a la intemperie, es decir la materia prima) | %   |
|                        | ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMAYOLIC          | Dosis del pegamento           | Es una parte que se le agrega a la materia prima del adobe y se mezcla en seco, antes de compactarlo, en forma de polvo en porcentajes controlados (1.5%, 3.0%, 4.5%) | % de adición de aditivo impermeabilizante (con referencia al peso del suelo secado a la intemperie, es decir la materia prima) | %   |
|                        | ADITIVO IMPERMEABILIZANTE sika-1 + CHEMAYOLIC | Dosis del aditivo + pegamento | Es una parte que se le agrega a la materia prima del adobe y se mezcla en seco, antes de compactarlo, en forma de polvo en porcentajes controlados (2%, 2.5%, 3.0%)   | % de adición de aditivo impermeabilizante (con referencia al peso del suelo secado a la intemperie, es decir la materia prima) | %   |
| <b>Dependientes.</b>   | PROPIEDADES DEL ADOBE                         | Succión                       | Se define como la cantidad de líquido-agua que es absorbida por el adobe compactado material después de un tiempo de contacto con el agua.                            | Peso seco del adobe<br>peso húmedo del adobe<br>cantidad de agua succionada  | %   |
|                        |   | Absorción                     | Se define como “el agua que es retenida en cualquier material después de un cierto tiempo de exposición (suelo, rocas, maderas, etc.)” (MTC, 2008).                   | Peso seco del adobe<br>peso saturado del adobe<br>cantidad de agua absorbida   | %   |
|                        |   | Resistencia a la compresión   | Es la fuerza axial que se aplica al adobe hasta la rotura por unidad de superficie.   | Carga axial aplicada en toneladas<br>Area de contacto del adobe en cm <sup>2</sup>   | t   |
|                        |   | Erosión acelerada             | Se define como la longitud de oquedad que obtiene al hacer gotear continuamente una unidad de adobe inclinada.  | Altura de caída del agua<br>grado de inclinación del adobe<br>longitud de la profundidad de oquedad en milímetros.             | mm  |

Nota: ud = unidad; % = porcentaje; t = tonelada(s); mm = milímetro.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1 Antecedentes a nivel internacional

McGregor , Heath, Shea y Lawrence(6) presentaron los resultados de ensayos estáticos y dinámicos en 114 muestras de mampostería de arcilla sin cocer. Las muestras se prepararon como bloques de tierra comprimida (CEB). Se investigó la variabilidad de los suelos, la densidad del suelo y los métodos de preparación para determinar su influencia en la capacidad amortiguadora de la humedad, la permeabilidad al vapor de agua y las isoterms de absorción. El valor de amortiguación de humedad (MBV) se midió de acuerdo con el protocolo Nordtest y, por lo tanto, los resultados podrían compararse con los materiales convencionales. Los resultados indican que la mampostería de arcilla sin cocer tiene un potencial mucho mayor para regular la humedad interior que los materiales de construcción convencionales. Debido a los beneficios de amortiguar la humedad, el uso de mampostería de arcilla sin cocer podría reducir el riesgo para la salud de los habitantes, reducir el crecimiento de moho, reducir el consumo de energía de los sistemas de aire acondicionado, ventilación y aumentar la durabilidad de los materiales de construcción. Los resultados presentados muestran que la selección del suelo (mineralogía y distribución del tamaño de las partículas) es más importante para amortiguar la humedad que los cambios que se pueden realizar en un suelo en particular (densidad, métodos de preparación o estabilización) y, por lo tanto, la información presentada permitió a los diseñadores maximizar la capacidad de amortiguamiento

Champire, Fabbri, Morel y Wong(7) determinaron que los edificios de tierra pueden dar una respuesta a las dificultades que enfrentan las construcciones modernas tanto en términos sociológicos, economía y ecología. Sin embargo, los inconvenientes en la predicción de su comportamiento a largo plazo representa un obstáculo para su difusión como, por ejemplo, intervenciones inadecuadas en construcciones antiguas que están provocando situaciones catastróficas. Para ser más específicos, durante su vida útil, los muros de tierra tienen que enfrentar importantes variaciones de interior y exterior de humedad relativa, que inducen variaciones y gradientes en su contenido de agua. En este contexto, este trabajo tiene como objetivo abordando un aspecto importante, aún no completamente entendido: el impacto de estas variaciones en la deformabilidad (axial, volumétrica) y la fuerza de la tierra no estabilizada. A tal fin, ensayos de compresión no confinada, con y sin confinar, se realizaron 18 ciclos de carga-recarga, sobre diferentes muestras de tierra acondicionadas a diferentes humedades relativas. Las muestras ensayadas se realizaron con materiales provenientes de

diferentes construcciones existentes y se tamizaron a 10 mm. Durante las pruebas las deformaciones axiales y radiales se midieron a través de sensores sin contacto y un sistema de correlación de imágenes. Este estudio permite subrayar un comportamiento volumétrico complejo, así como fenómenos plásticos y de daño, que muestran una fuerte dependencia de la humedad relativa a la que se almacenaron las muestras, pero también de la actividad del contenido arcilloso de la tierra.

### **2.1.2 Antecedentes a nivel nacional**

Benites Zapata (9) investigó el adobe adicionándole un aditivo natural, su propósito fue mejorar sus propiedades mecánicas de la unidad de albañilería adobe y así aumentar su desempeño material que sirva para una edificación, cuyo objetivo fue “evaluar la factibilidad de un polímero natural local (Cabuya o *Furcraea andina*) como estabilizador del adobe tradicional y las condiciones necesarias para garantizar su acción estabilizante”. Se estudió la elaboración del aditivo natural, específicamente del polímero estabilizante como paso previo antes de su inclusión en el bloque su suelo crudo (adobe) a través de un procedimiento de maceración que duró entre cinco y veinte días, probando 3 momentos de maceración y analizándolo cada uno de estos para averiguar su desempeño de la unidad estabilizada a través de 2 ensayos de laboratorio aspectos: Ensayo de la resistencia a la compresión axial y resistencia a la flexión; y la resistencia a la erosión provocada por un chorro de agua mediante la prueba de erosión acelerada y el ensayo de absorción y succión a través de la inmersión en agua. Los resultados luego de realizar los ensayos demuestran que el aditivo para su actuación ideal necesita cinco días de maceración como tiempo menor y como tiempo óptimo necesita diez días para que sus propiedades de aditivo estabilizante funcionen y se logre mejorar positivamente la resistencia a la penetración del líquido-agua a la unidad de adobe. Los resultados demuestran que la resistencia a la compresión mejoró en un 9.6 por ciento y la resistencia a la flexión mejoró en 133.7 por ciento, además la resistencia a la penetración del agua en el adobe mejoró significativamente.

Carrasco Aguilar y Sinti Lozano (10) plantearon como aditivo la “fibra de la hoja de piña tipo Golden”, colocándolo en diferentes proporciones a una unidad de albañilería de tierra cruda (adobe compactado), con el fin de conseguir un diseño ideal que aumente su resistencia a la compresión axial. Para conseguir este objetivo se usaron materiales de la ciudad de Tarapoto, tanto como el suelo arcilloso extraído de “la cantera Bello Horizonte” y en lo que corresponde al aditivo natural (hojas de piña) se extrajeron de la zona agrícola de la ciudad de Lamas, siendo estas hojas producto desecho luego de realizada la cosecha de piña tipo Golden. Para la realización del adobe mejorado se fabricó una gavera o molde de acero, con el propósito de

conseguir las medidas precisas del bloque de albañilería de dimensiones 29cm x 14cm x 9.5cm. Para conseguir el aditivo natural en base a las hojas de piña tipo Golden, se limpió y separó en función con la clase (hojas tipo C y hojas tipo D), y luego en el procedimiento de extracción se usó el método de enriado es decir de maceración por raspado. Se fabricaron 24 bloques de tierra cruda compactados en total, de estas 06 unidades de adobes compactados se tomaron como grupo control es decir sin el aditivo (sin fibra) y en número de 18 adobes compactados se tomaron como grupo experimental es decir con fibra de la hoja de piña en porcentajes definidos de 4, 6 y 8 por ciento, la longitud de las fibras fue de 2.5 cm, y la evaluación se realizó a los 7 días y también a los 14. En la fabricación de los adobes compactados se efectuaron 50 golpes cada tres capas, esto en una mezcla homogénea de suelo arcilloso semisaturado para luego adicionar la fibra en el molde metálico. Los resultados de la resistencia a la compresión axial de los adobes compactados a los 7 días fueron de 31.0 kg/cm<sup>2</sup> (grupo control), adobes compactados al 4% de fibra de piña fueron de 34.5 kg/cm<sup>2</sup>, al 6% fibra de piña fueron 38.1 kg/cm<sup>2</sup> y los adobes compactados al 8% de fibra de piña fueron de 44.8 kg/cm<sup>2</sup>. Con respecto a los resultados de la resistencia a la compresión a los 14 días, los adobes compactados del grupo control se obtuvo 43.3 kg/cm<sup>2</sup>, para los adobes compactados al 4% de fibra llegaron a 53.6 kg/cm<sup>2</sup>, al 6% llegaron a 60.0 kg/cm<sup>2</sup> y adobes compactados al 8% de fibra resultaron de 67.3 kg/cm<sup>2</sup>.

Quintana Choqueluque y Vera Salizar (11) contribuyeron a mejorar las unidades de albañilería de tierra sin coaccionar, específicamente la unidad de adobe mejorado con un aditivo natural como es el mucílago de penca de tuna, estos adobes resistieron el impacto por erosión que ocasiona las gotas de lluvia y las saturación de la humedad por inundación en la Región del Cusco. En este estudio científico se elaboraron adobes mejorados reemplazando el agua de diseño por la goma de mucílago de penca de tuna con respecto al peso total en las siguientes proporciones (al 0, 25, 50, 75 y 100 por ciento). Se analizaron vía ensayos de laboratorio, resistencia a la erosión y la resistencia a la compresión axial, adicionalmente se realizaron los ensayos de laboratorio de pruebas físicas que son: Variación Dimensional de especímenes, ensayo de Succión y Absorción de unidades de albañilería; estos ensayos se basan en las normas NTP E0.80, NTP 399.604, NTP 399.613 y la Norma Española UNE 41410.

Fabián Díaz (12) comprobó la mejoría de la resistencia axial de las unidades de albañilería de bloques de tierra cruda compactado fabricado con la adición del aditivo para carreteras Perma-zyme. Se realizó los ensayos con 6 adobes compactados apoyados en la norma E080, para conseguir el objetivo del estudio se fabricó 20 adobes compactados como grupo control, 20 adobes compactados añadiendo 100 ml del impermeabilizante perma-zyme por cada metro cúbico de suelo seleccionado tomando en cuenta el manual del aditivo impermeabilizante

Perma-zyme, se fabricó también 20 adobes compactados adicionando 150ml del aditivo Perma-zyme como grupo experimental, 20 adobes compactados con 250ml de aditivo, también como tercer grupo experimental. La investigación es de enfoque cuantitativo, su alcance es aplicada, de diseño experimental de tipo cuasi experimental. La prueba estadística de demostración de hipótesis califica para un análisis paramétrico para datos cuya naturaleza es cuantitativa, donde se realizó la prueba de T DE STUDENT para las muestras independientes. Se llegó a la conclusión de que los adobes compactados elaborados con aditivos impermeabilizantes Perma-zyme, mejoran la resistencia al esfuerzo de compresión axial en comparación con los adobes del grupo control como se demuestra en los valores siguientes ( $t = -17.1775$ ,  $p = 0.0000000003 < 0.05$ ).

Rojas Tirado (13) estableció la mejoría de las propiedades físico-mecánicas que le por la adición de la viruta de madera en proporciones de 0, 2.5, 5 y 7 por ciento al suelo seleccionado que luego de compactarlo resulta el adobe mejorado, El principal objetivo de este estudio es mejorar la resistencia al esfuerzo de la compresión axial. Para este fin se seleccionó el suelo cuya composición es arcilla, arena y limo, de 4 canteras diferentes ubicadas todas en la ciudad de San Martín, provincia de Lamas, distrito de Lamas, y se consiguió la viruta de madera marupa cuya dimensión promedio fue 2 cm<sup>2</sup>. Los moldes de los adobes son de dimensiones de 30cm x 15cm x 10 cm y se fabricaron 48 adobes en total, de estos se escogieron 32 adobes en función de las características óptimas, con estos se realizaron las pruebas de laboratorio a los 14 días y 28 días. Los resultados en promedio de los ensayos a los 14 días con adición de viruta de madera al 0, 2.5, 5 y 7 por ciento son respectivamente 6.30kg/ cm<sup>2</sup>., 7.92kg/ cm<sup>2</sup>., 10.05kg/ cm<sup>2</sup>. y 13.08kg/ cm<sup>2</sup>. y a los 28 días respectivamente son de 8.55kg/cm<sup>2</sup>., 11.38kg/ cm<sup>2</sup>., 16.73kg/ cm<sup>2</sup>. y 22.05kg/cm<sup>2</sup>.

Peñaranda Quito (14) analizó la resistencia al esfuerzo a la compresión de adobes y la absorción de agua de 64 unidades de tierra cruda compactada adicionándoles un aditivo llamado mucilago de penca de tuna, y se realizó pruebas en los laboratorios de la San Martín de Porras tomando en cuenta la normativa del Reglamento Nacional de edificaciones en la parte de normas del adobe E080. Para la realización del ensayo a compresión axial se cortó el adobe original en paralelepípedos de igual arista de 10 cm. De los 6 solidos de arista de 10 cm que se sometieron a la prueba cumplieron la norma 4 de 6, los ensayos en la máquina de compresión se realizaron luego de secarse a la intemperie 30 días, resultando como resistencia última  $f'$  mínimo de 10.2 kg/cm<sup>2</sup>. Se realizaron 10 adobes para cada dosificación: grupo control, grupo experimental al 5%, grupo experimental al 10% y grupo experimental al 15% de mucilago de penca de tuna, fabricándose un total de 40 adobes para su respectivo ensayo, según la Norma ASTM C-67 - Norma de métodos de prueba de ensayo y prueba de ladrillos de arcilla estructurales, dice que

la absorción de agua de una unidad de albañilería está en función del peso del agua absorbida inmediatamente después de sumergirlo y el peso seco de la unidad. El menor número de unidades según la norma es cinco, pero se realizaron seis para cada dosificación, un grupo control (6 adobes) y 3 grupos experimentales (18 adobes)

Quiroz Casanova (15) comparó la resistencia al esfuerzo de las unidades, la resistencia al esfuerzo de compresión axial de las unidades y el grado de absorción de agua del adobe compactado, con la máquina fabricada industrialmente denominada “CINVA RAM” adicionando para su estabilización cal hidratada. Primero se ubica la cantera de la materia prima de suelo seleccionado comprobado con ensayos de laboratorio, al suelo escogido se le incorpora 3 dosificaciones de cal (2%, 4% y 6% en función del peso), para luego probarlos mediante los ensayos de laboratorio de compresión axial, resistencia a la flexión y absorción de los adobes secos compactados, basado en la norma del adobe E080. Los resultados de los ensayos con dosificación de 4% y 6% superaron el grupo control, pero no pudieron superar el mínimo de la norma 10.2 kg/cm<sup>2</sup>. En el ensayo a la resistencia a la flexión del adobe compactado solo se logró superar al grupo control en un solo porcentaje de aditivo y en el ensayo de absorción de agua por inmersión se pudo observar que a medida que se aumenta el aditivo cal hidratada su índice de absorción disminuye, por lo que a mayor incorporación de aditivo aumenta la capacidad de impermeabilización.

Alcántara Longa (16) determinó mediante comprobación experimental el efecto sobre la resistencia a la compresión axial de 3 dosificaciones de miel de caña en la unidad del bloque de suelo crudo (adobe compactado). En la ciudad de Cajamarca, se observa gran cantidad de edificaciones de adobe, los cuales no tienen resistencia a los terremotos, considerándolos entonces vulnerables. Es por lo anteriormente expuesto, que se decidió emprender una investigación sobre el adobe estabilizado y compactado, ya que por los antecedentes se sabe que en otras latitudes obtuvieron resultados favorables. Se elaboró un adobe estabilizado y compactado elaborado a través de la máquina CINVA RAM incrementando a la materia prima 3 diferentes dosificaciones de miel de caña con cal. La investigación se centró en buscar un tipo de suelo seleccionado para elaborar los adobes compactados con diferentes dosificaciones de miel de caña y cal (3:2, 5:2, 7:2%) respectivamente, para luego evaluar en laboratorio su mejora en la resistencia a la compresión axial y compararlos con el grupo control es decir sin miel. Los resultados fueron, a la proporción (3:2, 5:2) % en el adobe estabilizado y compactado, incrementa su esfuerzo a la resistencia a compresión en un 4 % y 27 % respectivamente con referencia al resultado con el adobe como grupo control. Sin embargo, al incrementar el aditivo miel de caña y cal en proporción (7:2%), el esfuerzo a la compresión disminuye a un 19 % en función del promedio de las muestras control.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Chemayolic block de vidrio:**

“Según el catálogo del fabricante, es un pegamento especialmente diseñado para adherir de manera rápida, segura y con un mejor acabado el block de vidrio. Ha sido elaborado teniendo en cuenta su uso frecuente en duchas, donde se requiere que sea impermeable además de resistente a la formación de hongos” (Chema, 2021).

#### **VENTAJAS:**

Buen tiempo de trabajabilidad, en comparación a los cementos blancos que tienen un corto periodo abierto.

- Buena impermeabilidad para ser usado en duchas.
- Buena nivelación dando como resultado un acabado liso y parejo.
- Alta resistencia a la compresión para cumplir la función estructural en paredes de vidrio.
- Buena flexibilidad, evita que las juntas se rajen.
- Cuenta con la garantía de pertenecer a la LÍNEA CHEMAYOLIC, los pegamentos de mayor calidad de CHEMA.

#### **DATOS TÉCNICOS:**

- Resistencia a la Compresión (7 días): 1100 psi (77 kg. / cm<sup>2</sup>)
- % Absorción de agua: 1.2
- Densidad aparente g/litro: 900
- Color: Blanco.

\*Estas propiedades pueden variar por cambios de temperatura.

### **2.2.2 Sika -1 en polvo**

Impermeabilizante para concretos y morteros.

#### **DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO**

“Según el catálogo del fabricante el producto Sika®-1 es un polvo impermeabilizante en polvo para concretos y morteros. Se emplea en concretos y morteros de cemento en todo tipo de impermeabilizaciones: tarrajes de paredes interiores y exteriores, pisos, sótanos, piscinas,

canales, estanques de agua, túneles, tanques, premoldeados, bloques de cemento, entre otros” (Sika®-1, 2021).

### **CARACTERÍSTICAS**

- Asegura la impermeabilidad de concretos y morteros.
- Impide las eflorescencias salitrosas y el caliche.
- Evita las formaciones musgosas y fungosas.

### **VENTAJAS:**

- Combate la humedad y el salitre.
- Asegura la impermeabilidad de concretos y morteros.
- Evita las formaciones musgosas y fungosas.

### **DATOS BÁSICOS/ FORMA /PRESENTACIÓN:**

- Aspecto en polvo.
- Color en Crema.
- Bolsa x 1 Kg.
- Caja x 6 unidades x 1 Kg.

### **ALMACENAMIENTO**

Condiciones de almacenamiento / vida útil 2 años en un lugar seco, en envases bien cerrados.

### **DATOS TÉCNICOS**

- DENSIDAD  $1,10 \pm 0,1$  kg/l
- Sika®-1 en Polvo cumple con los requerimientos LEED.
- Información del sistema detalles de aplicación consumo / dosis 1 kg. Por bolsa de cemento.

### **MÉTODO DE APLICACIÓN MODO DE EMPLEO**

Mezclar una bolsa de 1 kilo de Sika®-1 en polvo por bolsa de cemento y luego añadir los componentes restantes del concreto o mortero. Es importante mezclar bien el material seco antes de agregar el agua. Si ya se tiene un problema de salitre o humedad en un muro, hacer lo siguiente:

- Picar el tarrajeo 70 cm más arriba del punto más alto donde haya salido el salitre y hacerlo en línea recta.

- Aplicar el nuevo mortero con Sika®-1 en polvo.

### **2.2.3 Determinación de los porcentajes de aditivos empleados para la fabricación del adobe compactado impermeable**

**COVENIN 356 (1994)** Menciona que el aditivo en concreto y como información indicativa orientadora según la norma mencionada es posible usar más de un aditivo en la misma mezcla, combinando los efectos deseados, pero hay que cuidar, en primer lugar, que los efectos sean compatibles, los fabricantes de aditivos señalan los límites establecidos en sus etiquetas o envolturas donde indica la dosificación y el tipo y magnitud de su acción.

Los aditivos en polvo deben añadir directamente a la mezcla seca. Estos datos son muy valiosos porque el comportamiento normal del producto suele dar dentro de esos parámetros indicadas en la presente tesis.

Sin embargo, establece que se debe incrementar una cierta cantidad limitada de aditivo CHEMAYOLIC como SIKA-1, ya que algunos de esas acciones no están explícitamente considerados en las clasificaciones normativas.

Los porcentajes que se establecen en la presente tesis son con respecto al peso de la tierra, como también se empleó estos porcentajes por antecedentes de otras investigaciones donde se ve el mejor comportamiento para el análisis de los resultados, como estos porcentajes se ve de manera objetiva el comportamiento que tiene los aditivos CHEMAYOLIC y SIKA-1.

**El aditivo SIKA-1:** En polvo se usa normalmente en combinación con el cemento para impermeabilizar piscinas y edificaciones con bastante humedad, se usa 1 kg de aditivo por una bolsa de cemento de 42.5 kg, es decir que se usa 2.35% de aditivo por cada bolsa de cemento, entonces se decidió usar 2% como cantidad base y para poder observar cómo es la variabilidad de la mejora se optó por 0.5 más y 0.5% menos, es por eso que la dosificación fue 1.5%, 2% y 2.5%.

**Con respecto al aditivo CHEMAYOLIC:** Que es un cemento que se usa para pegar Block de vidrio, la cantidad que recomiendan los fabricantes es el pegado de 1.5 a 2 block de vidrio con una bolsa de 1 kg, es decir 1280 cm<sup>3</sup> de volumen, se decidió usar 300gr de CHEMAYOLIC para incrementar las propiedades hidráulicas de un adobe de 20000 gr, que representa 3%.

Existen aditivos en polvo (Sika-1 en polvo) y líquido en la presente tesis se emplea los aditivos en polvo donde en seco se logra la homogenización de la materia prima para la fabricación de adobes compactados.

No se necesita una mezcla fluida, se necesita una mezcla homogénea con el contenido óptimo de humedad conseguida en el ensayo de compactación

#### **2.2.4 Requisitos y procedimiento de fabricación del adobe compactado**

##### **a) REQUISITOS:**

- Las dimensiones tomadas en la investigación corresponden a las dimensiones que el poblador andino elabora sus adobes, es cierto que ellos no toman en cuenta las normas porque no tienen una guía técnica, tampoco ellos realizan ningún tipo de ensayo en laboratorio, la intención de la tesis es mejorar el adobe que ellos realizan con sus mismas dimensiones, con el mismo suelo. El aporte de la investigación es agregarle aditivos y comprimirlos con una máquina construida con material reciclado que ellos también lo podrían elaborar.

##### **b) PROCEDIMIENTO**

- Una vez tamizado el material se le adiciona al suelo seco una cantidad de agua igual al contenido óptimo de humedad calculado del ensayo de Proctor estándar, para luego colocarlo en el molde metálico de la máquina de compactado, colocándolo en tres capas y golpeándolo con un pisón manual un número de 25 golpes por capa.
- En el caso de la adición del aditivo sika-1 se mezcla en seco para luego adicionarle el contenido óptimo de humedad y en el caso del Chemayolic se mezcla con el contenido óptimo de humedad y luego se le incorpora al suelo seco mezclándolo de forma homogénea, hasta alcanzar una consistencia uniforme.
- La parte final es comprimir el adobe con 2 gatas hidráulicas con una carga de 2 toneladas por gata.
- Extrayéndolo del molde se deja secar a la sombra durante 28 días, para luego someterlos a los ensayos de laboratorio pertinentes.

## 2.2.5 Ensayos para medir el control de calidad de impermeabilidad

### 2.2.5.1 Propiedades mecánicas

#### a) Ensayo resistencia a la compresión (norma e-080)

Este ensayo a la resistencia a la compresión se hará con muestras partidas en proporciones iguales para una mejor trabajabilidad en la maquina dedicada a medir la resistencia de la muestra y obtener resultados confiables.

Se elegirán 6 muestras de los cuales se obtendrá una resistencia ultima( $f_o$ ) donde los resultados que no superen el 10.2 kgf/cm<sup>2</sup> no serán aceptado por nosotros al igual que la norma E.080.

$$f_o = 1.0MPa = 10.2 \text{ kgf/cm}^2$$

Donde:

$f_o$ =resistencia ultima.

Figura 01. Esfuerzo de rotura mínima de un ensayo de compresión. Adaptado de «NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada» por Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.2017, p.15.

La fuerza de compresión para el resultado de presión que existen en el interior de la muestra, en nuestro caso la muestra será un adobe compactado.

Las fuerzas que se aplicarán serán generadas por los lados de la superficie mayor del adobe compactado en lugar de las caras inferior y superior del soporte. Estas fuerzas se distribuirán nuevamente cuando las placas de acero se coloquen sobre cara inferior y superior.

### 2.2.5.2 Propiedades físicas

#### a) Ensayo de absorción para adobes compactados.

Los ensayos de absorción se harán de acuerdo con lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.613. (NORMA TÉCNICA E. 070, 2006).

El ensayo de absorción se realiza un previo secado de la muestra a temperaturas entre 105 °C y 115 °C hasta alcanzar un peso constante. El objetivo de este ensayo es determinar la capacidad de sumersión en balde con agua potable que deberá estar a una temperatura de 15.5 °C a 30 °C durante un tiempo máximo de 24 horas, seguidamente se procede con el pesado respectivo con una aproximación de 1 g. pasado el tiempo mencionado se retira la muestra y se calcula pasado los 5 minutos de retirado del balde con agua. Calculamos la absorción de cada muestra con la con la siguiente formula:

$$\text{Absorción, (\%)} = \frac{W_s - W_d}{W_d} * 100$$

Donde:

- Wd = Peso seco del espécimen.
- Ws = Peso del espécimen saturado, después de la sumersión en agua fría.

Figura 02. Calcular la absorción. Adaptada de «UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería», por NTP 399.613. 2017, p. 15.

#### b) Ensayo de succión para adobes compactados por el método de agua por capilaridad.

Según NTP 399.613, cada muestra se someterá a un ensayo por el método de agua por capilaridad para tener una respuesta temprana, la muestra se sumerge en agua por un minuto, pasado el tiempo indicado se podrá saber la cantidad de agua que absorbió la muestra, se pesará en una balanza calibrada y el resultado será por cada cm<sup>2</sup> absorbido.

Puesto que las muestra que tengan un nivel alto de succión perderán su forma original y la muestra que tenga menos nivel succión conservara su forma original lo cual nos indicara que la muestra es impermeable.

$$\text{succion} = \frac{200(P_{su} - P_{se})}{A}$$

Donde:  
 Psu: peso de unidad en succión ( $\text{cm}^3$ )  
 Pse: peso de unidad en seco ( $\text{cm}^3$ )  
 A: área de contacto de la unidad (en  $\text{cm}^2$ )

Figura 03. Calcular la succión. Adaptado de «NORMA TÉCNICA E.070 ALBAÑILERÍA», por SENCICO. 2020, p. 25.

**Probetas (muestras):** el ensayo se realizará con 6 unidades de adobes compactados, serán sumergidas en agua a una temperatura de  $70\text{ }^\circ\text{C} \pm 5\text{ }^\circ\text{C}$  tal como se visualiza en la siguiente imagen.

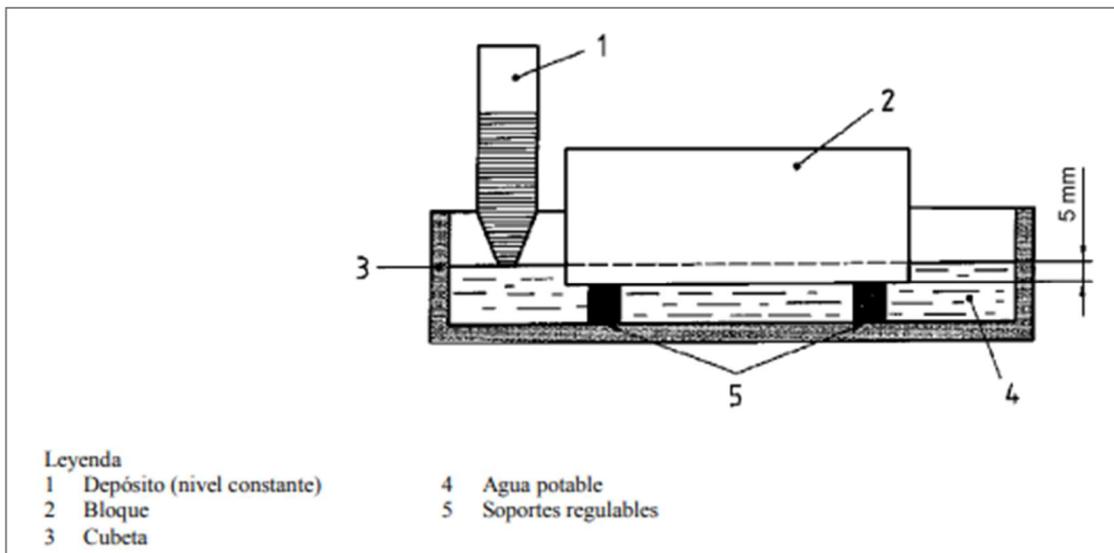


Figura 04. Esquema del Ensayo de absorción de agua por capilaridad. Tomada de «norma española-UNE 41410»(AENOR, 2008),p.18.

### c) Ensayo a la erosión acelerada Swinburne para adobes compactados.

Con este ensayo, obtendremos los resultados en las muestras de adobes compactados a la erosión de la superficie ocasionado por unas constantes gotas de agua en una de las caras de la muestra de adobe compactado produciendo una lluvia artificial. Descubriendo de esta manera el resultado más erosionable.

- **Muestras:** las muestras deben pasar por un periodo de secado de 28 días para lo cual se elegirá 6 muestras para dicho ensayo.
- **Procedimiento:** Se deja caer gotas constantes de agua sobre el bloque durante un tiempo de 10 minutos a través de un tubo de cristal de  $\varnothing$ interior =5 mm, conectado a un tanque de agua de nivel constante, cuya cabecera estará 1,5 m sobre la cara del adobe compactado.

Este se mantiene inclinado a 27° respecto a la horizontal. Con una varilla de  $\varnothing = 3 \text{ mm}$ , se mide la profundidad de las oquedades, (D) que aparecen.

- **Resultados:** los Resultados obtenidos por este ensayo se clasificarán según la norma española 41410 como “apto” o “no apto”.
- **Componentes:** En la figura 05 se visualiza el esquema del equipo a utilizar.

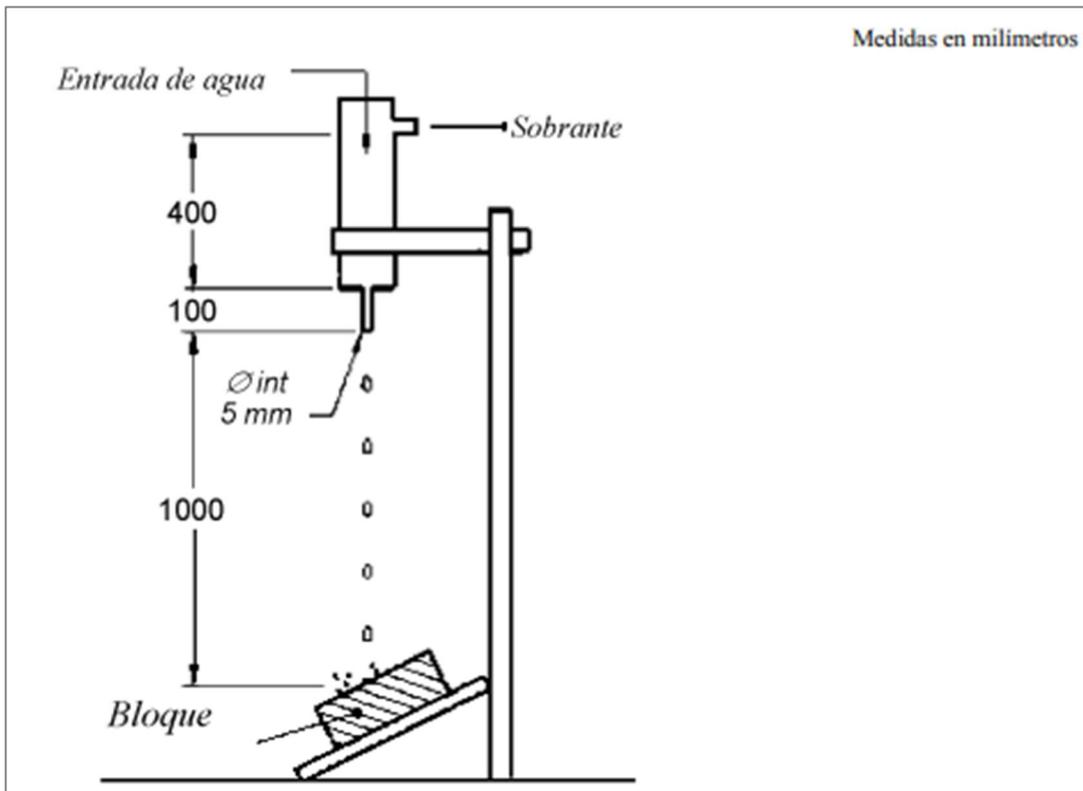


Figura 05. Esquema del ensayo de erosión acelerada Swinburne. Tomada de «norma española-UNE 41410»(AENOR, 2008),p.17.

### 2.3 Definición de términos básicos

- **Adobe:** Se define el adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos (Norma E-080, 2006).
- **Adobe andino:** El adobe es un material ancestral, utilizado por muchas culturas en el mundo, a lo largo del tiempo. Sin embargo, los conocimientos de su tecnología se han ido perdiendo y tergiversando ya que la población altoandina generalmente auto construye su vivienda.

- **Adobe comprimido:** Es un adobe producido completamente con tierra comprimida, sin agua ni forraje; la tierra no precisa preparación previa, solo debe contener como mínimo un 20% de arcilla.
- **Máquina Cinva-Ram:** La prensa está fabricada completamente de acero, tiene una caja molde en la cual un pistón operado a mano comprime una mezcla de tierra y aditivo ligeramente húmedo. Para la fabricación de los bloques de construcciones, usa tierra como materia prima. Esta máquina puede producir un promedio de 300 a 500 bloques por día, trabajando 2 personas por 8 horas. La mezcla usada para la fabricación de las unidades esta entre el 25% de arcilla, 70% de arena y un 5% de cemento (2).

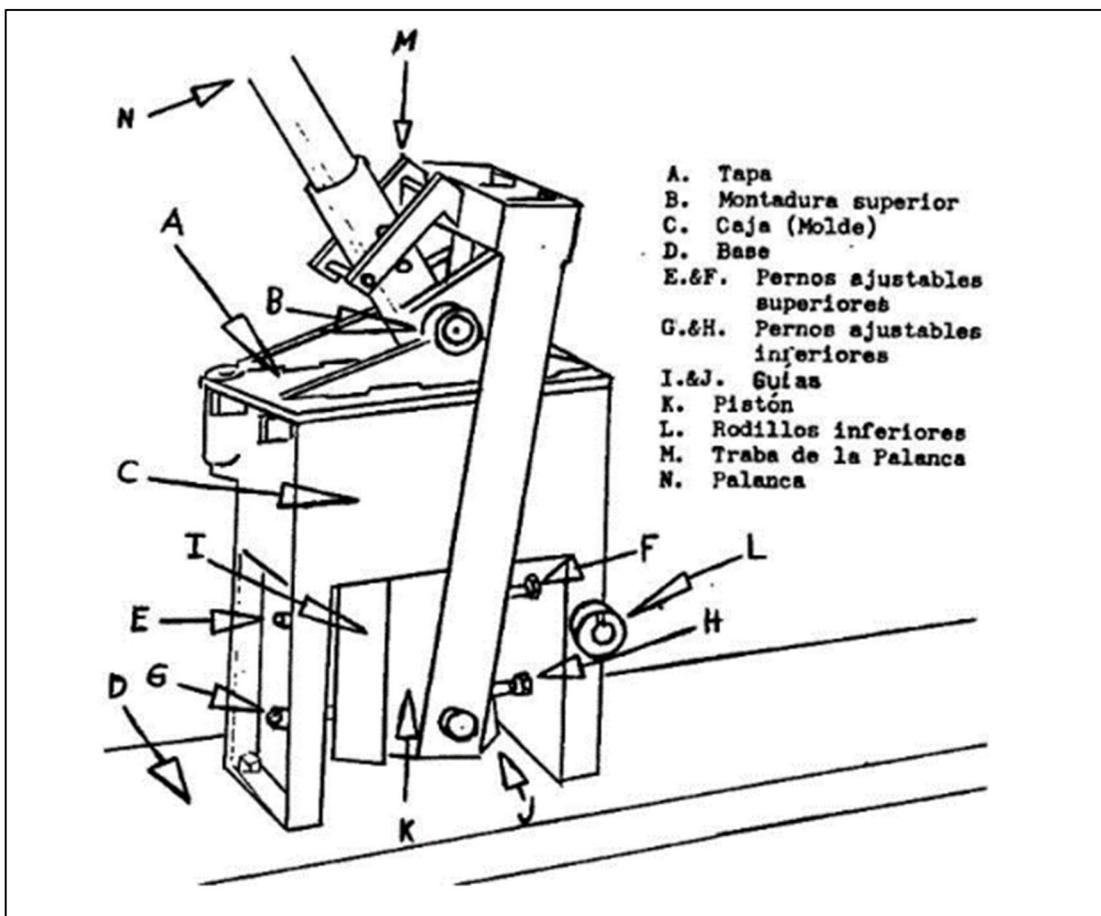


Figura 06. Máquina Cinva-Ram. Sirve para la fabricación de los bloques de tierra comprimida. Tomada de "Adobes Comprimidos Suelo Cemento Una Alternativa Ecológica" por Choque Ruelas y Huamán Meza, 2009, p. 1.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1 Método, tipo o alcance de la investigación**

El presente trabajo considerará la estructura del método científico, debido a que incluye planteamiento del estudio, marco teórico, hipótesis y variables, metodología.

La investigación hará uso del nivel descriptivo explicativo, son estudios causales, ya que una variable explica el comportamiento de la otra variable, responde a parte tiene un alcance que va más allá de la descripción y correlación de variables.

Según el propósito de la investigación, la investigación se divide en Investigación básica, que también se llama investigación pura, teórica o dogmática. Se caracteriza porque se origina en un marco teórico y permanece en él. El objetivo es incrementar los conocimientos científicos, pero sin contrastarlos con ningún aspecto práctico. En cambio, la investigación aplicada es aquella que usa los conocimientos de la investigación básica para aplicarlos. En la presente investigación que es de tipo aplicada se quiere usar conocimientos básicos como la química de los impermeabilizantes para el concreto para utilizarlos y buscar una aplicación, un uso en este caso mejoramiento del adobe para beneficio de los pobladores que construyen con este material.

### **3.2 Diseño de la investigación**

Para llegar al objetivo trazado de la investigación, se elige el diseño experimental que manipulará la variable independiente: Utilización de los impermeabilizantes (Sika-1 y CHEMAYOLIC) en diferentes porcentajes que será mezclado con la materia prima del adobe. Para medir el efecto en la variable dependiente: Propiedades del adobe comprimido cuyas dimensiones son: Absorción, succión del adobe seco, resistencia a la erosión acelerada y resistencia a la compresión.

Dentro de la clasificación del diseño experimental se opta por el diseño cuasi experimental, específicamente el diseño con grupo control, grupo experimental y post test.

### 3.3 Diseño de ingeniería

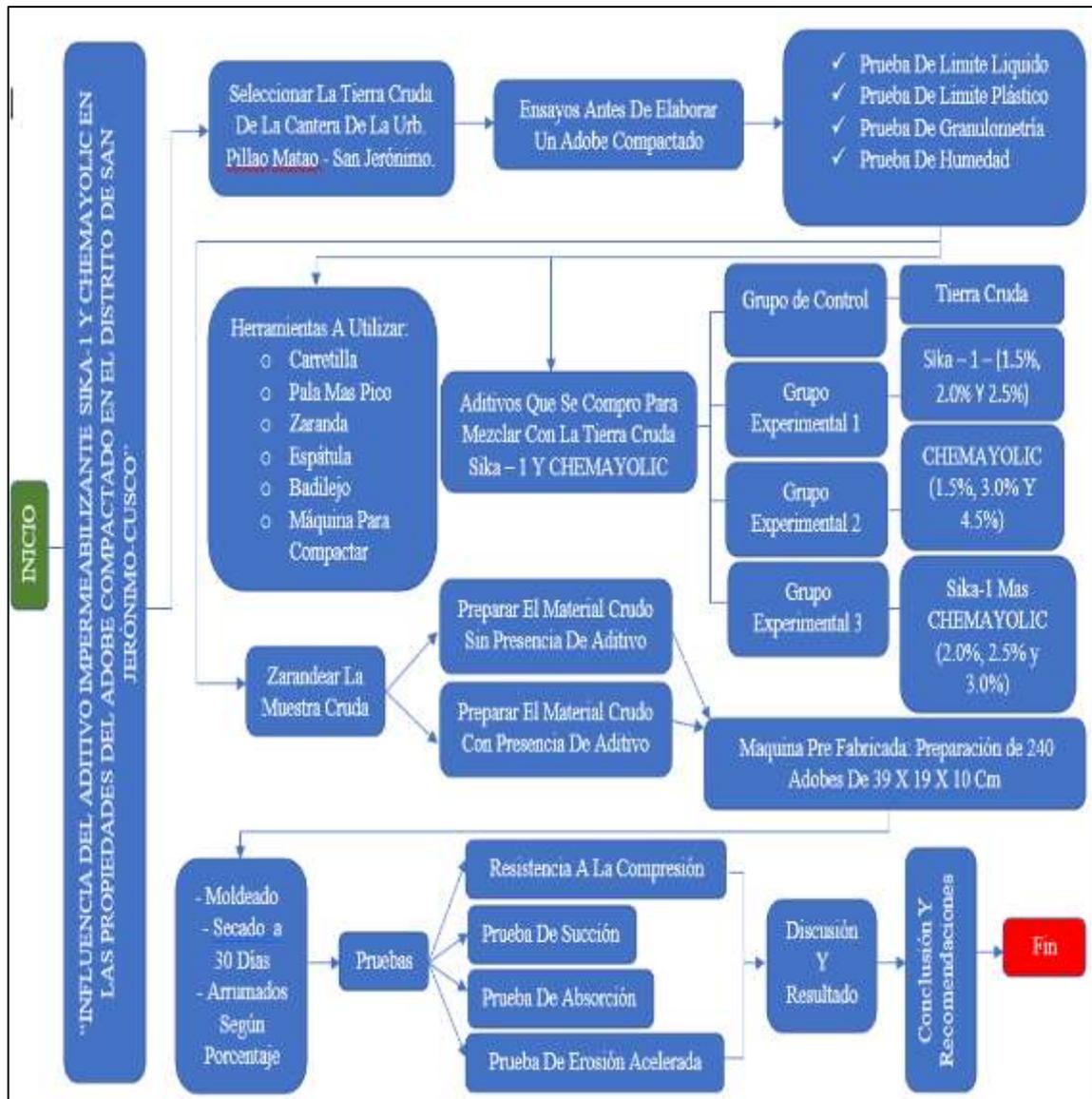


Figura 07. Diseño de ingeniería

La selección del porcentaje de tierra para la elaboración de los adobes compactados impermeables se hará de acuerdo con lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.613 (NORMA TÉCNICA E. 080, 2006).

#### ➤ **Fabricación de la máquina artesanal**

La máquina artesanal está fabricada con materiales reciclados los cuales son:

- 2 gatas hidráulicas de 2 toneladas cada uno
- Planchas de acero espesor de 2.5mm

## Grupo de control

**Primer paso:** Se tomará una cierta cantidad de tierra cruda donde tendremos como referencia base los componentes de tierra que son: arena entre (55% - 70%), arcilla entre (10% - 20%) y limo entre (15% - 25%), según lo establecido en la norma técnica peruana E.080 del 2006, debido a que especifica los componentes de tierra para la elaboración de adobes, a diferencia de la actual norma E.080 del 2017 donde ya no se especifica los componentes de tierra en porcentaje. Pero para esta investigación se realizarán con los componentes de tierra encontrados, tal como el poblador andino lo realiza para la elaboración del bloque de adobe, sin presencia de aditivos, mas la ayuda de una maquina que ayudara a comprimir la tierra cruda, el resultado nos saldra un adobe comprimido.

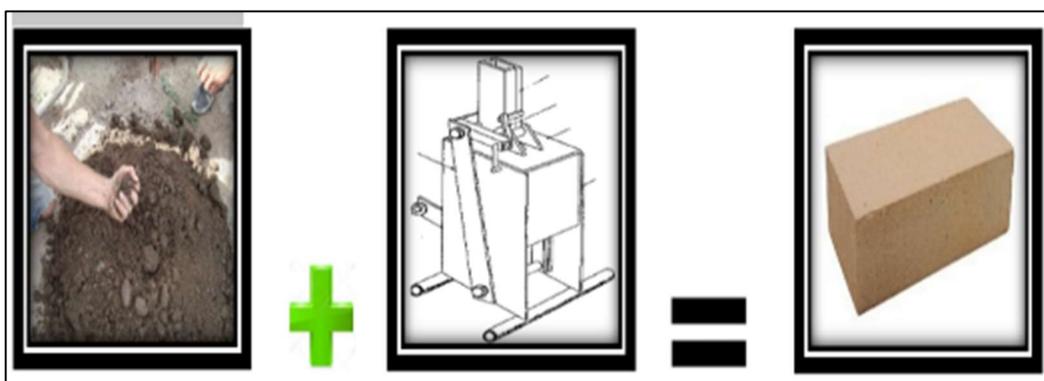


Figura 08. Primer paso del grupo de control.

**Segundo paso:** El adobe comprimido sin presencia de aditivo, será sometido a los siguientes ensayos: absorción, succión, resistencia a la compresión, erosión acelerada.

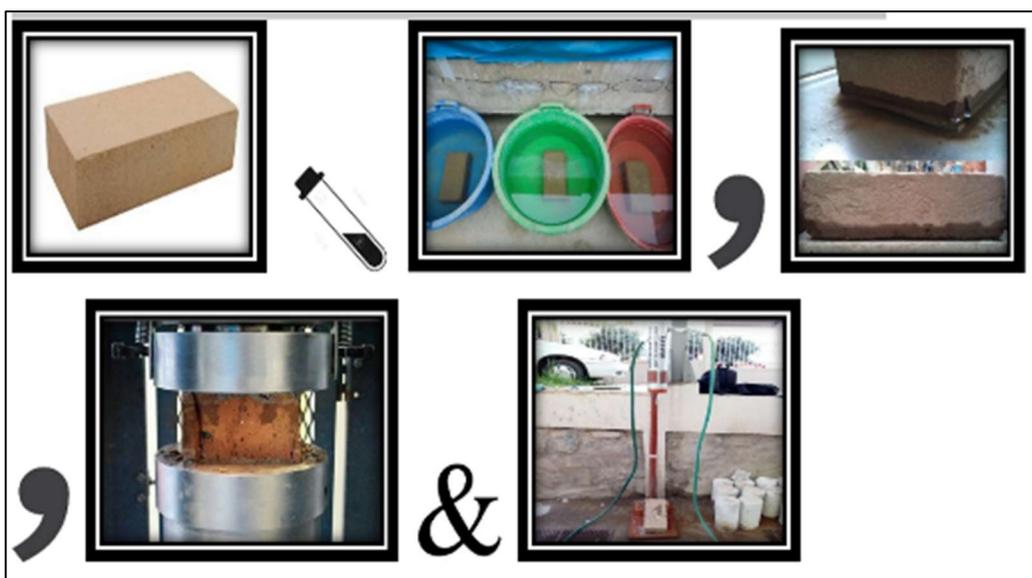


Figura 09. Segundo paso del grupo de control

➤ **Grupo experimental: PRIMER PASO**

**Primera Muestra:** Se tomará una cierta cantidad de tierra cruda donde tendremos como referencia base los componentes de tierra que son: arena entre (55% - 70%), arcilla entre (10% - 20%) y limo entre (15% - 25%), según lo establecido en la norma técnica peruana E.080 del 2006, debido a que especifica los componentes de tierra para la elaboración de adobes, a diferencia de la actual norma E.080 del 2017 donde ya no se especifica los componentes de tierra en porcentaje. Pero para esta investigación se realizarán con los componentes de tierra encontrados, tal como el poblador andino lo realiza para la elaboración del bloque de adobe y lo mezclaremos con el aditivo Sika-1 se probará con las cantidades de (sika 300gr, 400gr y 500gr), con la ayuda de una máquina para comprimir la tierra mezclada con aditivo, el resultado saldrá un adobe comprimido e impermeable (primera muestra).

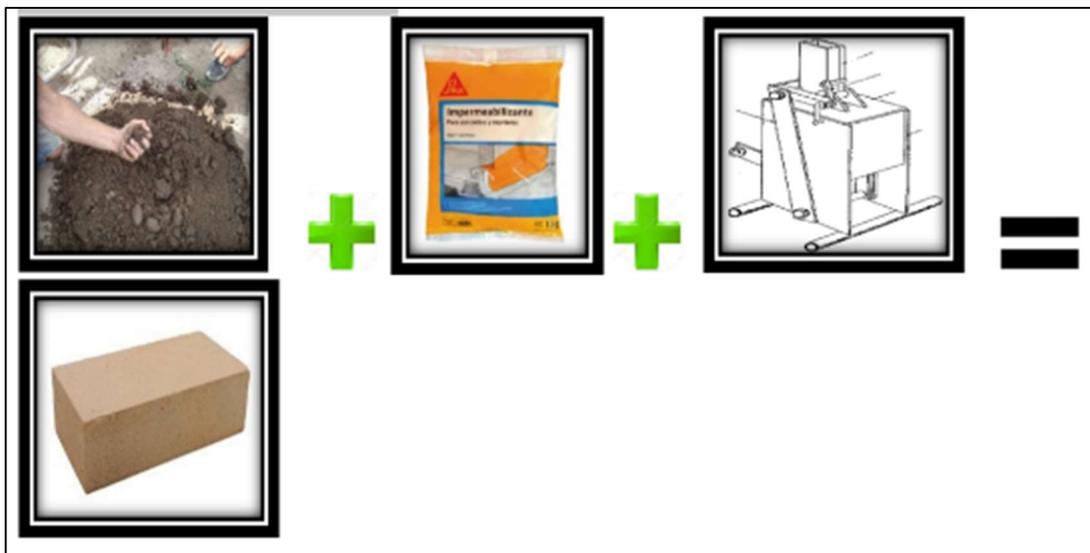


Figura 10. Primera muestra del grupo experimental

**Segunda Muestra:** Se tomará una cierta cantidad de tierra cruda donde tendremos como referencia base los componentes de tierra que son: arena entre (55% - 70%), arcilla entre (10% - 20%) y limo entre (15% - 25%), según lo establecido en la norma técnica peruana E.080 del 2006, debido a que especifica los componentes de tierra para la elaboración de adobes, a diferencia de la actual norma E.080 del 2017 donde ya no se especifica los componentes de tierra en porcentaje. Pero para esta investigación, se realizará con los componentes de tierra encontrados, tal como el poblador andino lo realiza para la elaboración del bloque de adobe y se mezclará con el aditivo CHEMAYOLIC se probará con las cantidades de (300gr, 600gr y 900gr), con la ayuda de una máquina para comprimir la tierra mezclada con aditivo, el resultado nos saldrá un adobe comprimido e impermeable (segunda muestra).

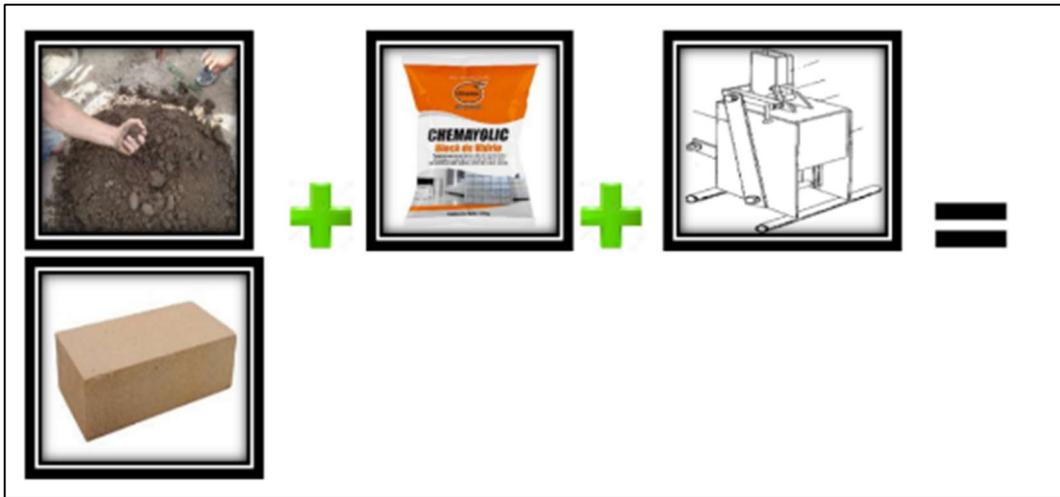


Figura 11. Segunda muestra del grupo experimental

**Tercera Muestra:** Se tomará una cierta cantidad de tierra cruda donde tendremos como referencia base los componentes de tierra que son: arena entre (55% - 70%), arcilla entre (10% - 20%) y limo entre (15% - 25%), según lo establecido en la norma técnica peruana E.080 del 2006, debido a que especifica los componentes de tierra para la elaboración de adobes, a diferencia de la actual norma E.080 del 2017 donde ya no se especifica los componentes de tierra en porcentaje. Pero para esta investigación se realizarán con los componentes de tierra encontrados, tal como el poblador andino lo realiza para la elaboración del bloque de adobe, se mezclará con la combinación de los aditivos sika-1 y CHEMAYOLIC en proporciones de (400gr, 500gr y 600gr), aditivos Sika-1 en proporciones de (150gr, 200gr y 250gr) y CHEMAYOLIC en proporciones de (150gr, 300gr y 450gr) con la ayuda de una máquina para comprimir la tierra mezclada con los dos aditivos, el resultado nos saldrá un adobe comprimido e impermeable (tercera muestra).



Figura 12. Tercera muestra del grupo experimental

## SEGUNDO PASO

Las tres muestras de adobes comprimidos con presencia de aditivos serán sometidas a los siguientes ensayos: absorción, succión, resistencia a la compresión, erosión acelerada.



Figura 13. Segundo paso del grupo experimental

**Tabla 2. Tabla para medir la Impermeabilidad**

| CRITERIO (%) DE REDUCCIÓN    | CLASIFICACIÓN  | COLOR   |
|------------------------------|--|---------|
| $0.00\% \leq AC < 50.00\%$   | <b>PERMEABLE:</b> Adobe Compactado que permite el paso del contenido de humedad en un tiempo dado el cual podría modificar su forma. | AZUL    |
| $50.00\% \leq AC < 100.00\%$ | <b>IMPERMEABLE:</b> Adobe Compactado que no permite el paso de la humedad.   | NARANJA |

Nota: AC=Adobe Compactado.

### 3.4 Población y muestra

#### 3.4.1 Población

La población estará conformada por todos los adobes que tengan como materia prima el suelo de San Jerónimo-Cusco, que se les agregue porcentajes controlados de aditivos

impermeabilizantes sika-1 y CHEMAYOLIC, que sean comprimidos con una máquina fabricada artesanalmente.

### **3.4.2 Muestra**

Para esta investigación, la muestra estará constituida por 4800 Kg de material mezclado con 1.5% (300 g/20000 g), 2% (400 g/20000 g), 2.5% (500 g/20000 g), de aditivo Sika-1 y 1.5% (300 g/20000 g), 3% (600 g/20000 g), 4.5% (900 g/20000 g) de pegamento CHEMAYOLIC y 240 adobes comprimidos que serán sometidos a pruebas de laboratorio (60 adobes para el ensayo de absorción y 60 adobes para el ensayo de succión, 60 para erosión acelerada y 60 para resistencia a la compresión).

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

### **3.5.1 Técnicas e instrumentos de investigación**

La técnica utilizada es la observación el instrumento metodológico es el formato de laboratorio.

Por ejemplo, en el ensayo de absorción, primero se mide la unidad (largo, ancho y altura) y luego se pesa utilizando una balanza para luego sumergirlo y volver a pesarlo con el agua absorbida, en todas estas mediciones la técnica utilizada fue la observación y todos los datos se anotaron en un formato de laboratorio o ficha de datos.

### 3.5.2 Validez de instrumentos de investigación

#### FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTO

##### I. Datos Generales

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Fecha                            | Cusco, 20 de Enero del 2023  |
| Validador                        | Mg. Ing. Eigner Román Villegas   |
| Cargo e institución donde labora | Docente de la Universidad Continental  |
| Instrumento a validar            | Ficha de recolección de datos de SUCCION   |
| Objetivo del instrumento         | Determinar los parámetros de succión de la unidad de albañilería de tierra cruda compactada. |
| Autor(es) del instrumento        | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martinez                                     |

##### II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (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             |      |      | X    |             |

##### II. Criterios de validación del instrumento

$$\frac{D+R+B}{30} = 0.97$$

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

(Elosua & Bully, 2012)



Mg. Ing. Eigner Román Villegas

### FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTO

#### I. Datos Generales

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Fecha                            | Cusco, 20 de Enero del 2023   |
| Validador                        | Mg. Ing. Eigner Román Villegas  |
| Cargo e institución donde labora | Docente de la Universidad Continental   |
| Instrumento a validar            | Ficha de recolección de datos de ABSORCIÓN  |
| Objetivo del instrumento         | Determinar los parámetros absorción de la unidad de albañilería de tierra cruda compactada. |
| Autor(es) del instrumento        | Roger Víctor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                                    |

#### II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (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             |      |      | X    |             |

#### II. Criterios de validación del instrumento

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.90$$

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

(Elosua & Bully, 2012)

  
 Mg. Ing. Eigner Román Villegas

**FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTO**

**I. Datos Generales**

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Fecha                            | Cusco, 20 de Enero del 2023  |
| Validador                        | Mg. Ing. Eigner Román Villegas   |
| Cargo e institución donde labora | Docente de la Universidad Continental  |
| Instrumento a validar            | Ficha de recolección de datos de Resistencia a compresión                                    |
| Objetivo del instrumento         | Determinar los parámetros de succión de la unidad de albañilería de tierra cruda compactada. |
| Autor(es) del instrumento        | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martinez                                     |

**II. Criterios de validación del instrumento**

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (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             |      |      | X    |             |

**II. Criterios de validación del instrumento**

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.93$$

| 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 |

(Elosua & Bully, 2012)



Mg. Ing. Eigner Román Villegas

**FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTO**

**I. Datos Generales**

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Fecha                            | Cusco, 20 de Enero del 2023  |
| Validador                        | Mg. Ing. Eigner Román Villegas   |
| Cargo e institución donde labora | Docente de la Universidad Continental  |
| Instrumento a validar            | Ficha de recolección de datos de Erosión Acelerada Swinburne                                 |
| Objetivo del instrumento         | Determinar los parámetros de succión de la unidad de albañilería de tierra cruda compactada. |
| Autor(es) del instrumento        | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                                     |

**II. Criterios de validación del instrumento**

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (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             |      |      | X    |             |

**II. Criterios de validación del instrumento**

$$\frac{D + R + B}{30} = 0,97$$

| Coefficientes | Validez      |
|---------------|--------------|
| 0,40 a más    | Muy bueno    |
| 0,30 a 0,39   | Buena        |
| 0,20 a 0,29   | Deficiente   |
| 0 a 0,19      | Insuficiente |

(Elosua & Bully, 2012)



Mg. Ing. Eigner Román Villegas

**FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTO**

**I. Datos Generales**

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Fecha                            | Cusco, 20 de Enero del 2023  |
| Validador                        | Dr. Ing. Raul Apaza Meneses  |
| Cargo e institución donde labora | Docente de la Universidad Continental  |
| Instrumento a validar            | Ficha de recolección de datos de SUCCIÓN   |
| Objetivo del instrumento         | Determinar los parámetros de succión de la unidad de albañilería de tierra cruda compactada. |
| Autor(es) del instrumento        | Roger Víctor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                                     |

**II. Criterios de validación del instrumento**

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (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             |      |      | X    |             |

**II. Criterios de validación del instrumento**

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.90$$

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

(Elosua & Bully, 2012)

  
 -----  
 Dr. Ing. Raul Apaza Meneses

**FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTO**

**I. Datos Generales**

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Fecha                            | Cusco, 20 de Enero del 2023   |
| Validador                        | Dr. Ing. Raul Apaza Meneses   |
| Cargo e institución donde labora | Docente de la Universidad Continental   |
| Instrumento a validar            | Ficha de recolección de datos de ABSORCIÓN  |
| Objetivo del instrumento         | Determinar los parámetros absorción de la unidad de albañilería de tierra cruda compactada. |
| Autor(es) del instrumento        | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martinez                                    |

**II. Criterios de validación del instrumento**

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (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             |      |      | X    |             |

**II. Criterios de validación del instrumento**

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.97$$

| 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 |

(Elosua & Bully, 2012)



Dr. Ing. Raul Apaza Meneses

**FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTO**

**I. Datos Generales**

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Fecha                            | Cusco, 20 de Enero del 2023  |
| Validador                        | Dr. Ing. Raul Apaza Meneses  |
| Cargo e institución donde labora | Docente de la Universidad Continental  |
| Instrumento a validar            | Ficha de recolección de datos de Resistencia a compresión                                  |
| Objetivo del instrumento         | Determinar los parámetros de succión de la unidad de alfilería de tierra cruda compactada. |
| Autor(es) del instrumento        | Roger Víctor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                                   |

**II. Criterios de validación del instrumento**

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (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             |      |      | X    |             |

**II. Criterios de validación del instrumento**

|                        |   |      |
|------------------------|---|------|
| $\frac{D + R + B}{30}$ | = | 0.97 |
|------------------------|---|------|

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

(Elosua & Bully, 2012)

  
 -----  
 Dr. Ing. Raul Apaza Meneses

### FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTO

#### I. Datos Generales

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Fecha                            | Cusco, 20 de Enero del 2023  |
| Validador                        | Dr. Ing. Raul Apaza Meneses  |
| Cargo e institución donde labora | Docente de la Universidad Continental  |
| Instrumento a validar            | Ficha de recolección de datos de Erosión Acelerada Swinburne                                 |
| Objetivo del instrumento         | Determinar los parámetros de succión de la unidad de albañilería de tierra cruda compactada. |
| Autor(es) del instrumento        | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                                     |

#### II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (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             |      |      | X    |             |

#### II. Criterios de validación del Instrumento

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.93$$

| 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 |

(Elosua & Bully, 2012)

  
 -----  
 Dr. Ing. Raul Apaza Meneses

### FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTO

#### I. Datos Generales

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Fecha                            | Cusco, 20 de Enero del 2023  |
| Validador                        | Mg. Ing. Gorki Federico Ascue Salas  |
| Cargo e institución donde labora | Docente de la Universidad Continental  |
| Instrumento a validar            | Ficha de recolección de datos de SUCCIÓN   |
| Objetivo del instrumento         | Determinar los parámetros de succión de la unidad de albañilería de tierra cruda compactada. |
| Autor(es) del instrumento        | Roger Víctor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                                     |

#### II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (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             |      |      | X    |             |

#### II. Criterios de validación del instrumento

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.93$$

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

(Elosua & Bully, 2012)

  
 Mg. Ing. Gorki Federico Ascue Salas

**FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTO**

**I. Datos Generales**

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Fecha                            | Cusco, 20 de Enero del 2023   |
| Validador                        | Mg. Ing. Gorki Federico Ascue Salas   |
| Cargo e institución donde labora | Docente de la Universidad Continental   |
| Instrumento a validar            | Ficha de recolección de datos de ABSORCIÓN  |
| Objetivo del instrumento         | Determinar los parámetros absorción de la unidad de albañilería de tierra cruda compactada. |
| Autor(es) del instrumento        | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamaní Martínez                                    |

**II. Criterios de validación del instrumento**

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (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    | X    |             |
| SUFICIENCIA  | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.      |      | X    | 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             |      |      | X    |             |

**II. Criterios de validación del instrumento**

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.93$$

| 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 |

(Elosua & Bully, 2012)

Mg. Ing. Gorki Federico Ascue Salas

**FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTO**

**I. Datos Generales**

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Fecha                            | Cusco, 20 de Enero del 2023  |
| Validador                        | Mg. Ing. Gorki Federico Ascue Salas  |
| Cargo e institución donde labora | Docente de la Universidad Continental  |
| Instrumento a validar            | Ficha de recolección de datos de Resistencia a compresión                                    |
| Objetivo del instrumento         | Determinar los parámetros de succión de la unidad de albañilería de tierra cruda compactada. |
| Autor(es) del instrumento        | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martinez                                     |

**II. Criterios de validación del instrumento**

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (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             |      |      | X    |             |

**II. Criterios de validación del instrumento**

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.97$$

| 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 |

(Elosua & Bully, 2012)

Mg. Ing. Gorki Federico Ascue Salas

## FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTO

### I. Datos Generales

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Fecha                            | Cusco, 20 de Enero del 2023  |
| Validador                        | Mg. Ing. Gorki Federico Ascue Salas  |
| Cargo e institución donde labora | Docente de la Universidad Continental  |
| Instrumento a validar            | Ficha de recolección de datos de Erosión Acelerada Swinburne                                 |
| Objetivo del instrumento         | Determinar los parámetros de succión de la unidad de albañilería de tierra cruda compactada. |
| Autor(es) del instrumento        | Roger Víctor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                                     |

### II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (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             |      |      | X    |             |

### II. Criterios de validación del instrumento

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.97$$

| 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 |

(Elosua & Bully, 2012)

  
 Mg. Ing. Gorki Federico Ascue Salas

**Tabla 3. Resumen de la evaluación de contenido de los ítems del instrumento de succión del adobe compactado**

| Items | Numero de expertos =           |                             |                                     | Suma de acuerdos Total | V Aiken     | Descripcion   |
|-------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------|---------------|
|       | 1                              | 2                           | 3                                   |                        |             |               |
|       | Mg. Ing. Eigner Román Villegas | Dr. Ing. Raul Apaza Meneses | Mg. Ing. Gorki Federico Ascue Salas |                        |             |               |
| 1     | 3                              | 2                           | 3                                   | 8                      | 0.89        | Aceptable     |
| 2     | 3                              | 3                           | 2                                   | 8                      | 0.89        | Aceptable     |
| 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                           | 3                                   | 8                      | 0.89        | Aceptable     |
| 7     | 3                              | 2                           | 3                                   | 8                      | 0.89        | Aceptable     |
| 8     | 3                              | 3                           | 3                                   | 9                      | 1.00        | Fuerte        |
| 9     | 3                              | 3                           | 2                                   | 8                      | 0.89        | Aceptable     |
| 10    | 3                              | 3                           | 3                                   | 9                      | 1.00        | Fuerte        |
|       | <b>n=3 expertos</b>            |                             |                                     | <b>media</b>           | <b>0.93</b> | <b>Fuerte</b> |

**Tabla para la Interpretación de la V de Aiken**

| V Aiken     | Validez   |
|-------------|-----------|
| 0,00 - 0,79 | Débil     |
| 0,80 - 0,89 | Aceptable |
| 0,90 - 1,00 | Fuerte    |

**Tabla 4. Resumen de la evaluación de contenido de los ítems del instrumento de absorción del adobe compactado**

| Items | Numero de expertos =           |                             |                                     | Suma de acuerdos Total | V Aiken     | Descripcion   |
|-------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------|---------------|
|       | 1                              | 2                           | 3                                   |                        |             |               |
|       | Mg. Ing. Eigner Román Villegas | Dr. Ing. Raul Apaza Meneses | Mg. Ing. Gorki Federico Ascue Salas |                        |             |               |
| 1     | 3                              | 2                           | 3                                   | 8                      | 0.89        | Aceptable     |
| 2     | 2                              | 3                           | 3                                   | 8                      | 0.89        | Aceptable     |
| 3     | 2                              | 3                           | 2                                   | 7                      | 0.78        | Débil         |
| 4     | 3                              | 3                           | 3                                   | 9                      | 1.00        | Fuerte        |
| 5     | 3                              | 3                           | 2                                   | 8                      | 0.89        | Aceptable     |
| 6     | 3                              | 3                           | 3                                   | 9                      | 1.00        | Fuerte        |
| 7     | 3                              | 3                           | 3                                   | 9                      | 1.00        | Fuerte        |
| 8     | 3                              | 3                           | 3                                   | 9                      | 1.00        | Fuerte        |
| 9     | 2                              | 3                           | 3                                   | 8                      | 0.89        | Aceptable     |
| 10    | 3                              | 3                           | 3                                   | 9                      | 1.00        | Fuerte        |
|       | <b>n=3 expertos</b>            |                             |                                     | <b>media</b>           | <b>0.93</b> | <b>Fuerte</b> |

**Tabla para la Interpretación de la V de Aiken**

| V Aiken     | Validez   |
|-------------|-----------|
| 0,00 - 0,79 | Débil     |
| 0,80 - 0,89 | Aceptable |
| 0,90 - 1,00 | Fuerte    |

**Tabla 5. Resumen de la evaluación de contenido de los ítems del instrumento de resistencia a compresión del adobe compactado**

| Items | Numero de expertos =           |                             |                                     | Suma de acuerdos Total | V Aiken     | Descripcion   |
|-------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------|---------------|
|       | 1                              | 2                           | 3                                   |                        |             |               |
|       | Mg. Ing. Eigner Román Villegas | Dr. Ing. Raul Apaza Meneses | Mg. Ing. Gorki Federico Ascue Salas |                        |             |               |
| 1     | 3                              | 3                           | 3                                   | 9                      | 1.00        | Fuerte        |
| 2     | 3                              | 3                           | 3                                   | 9                      | 1.00        | Fuerte        |
| 3     | 3                              | 3                           | 3                                   | 9                      | 1.00        | Fuerte        |
| 4     | 3                              | 3                           | 3                                   | 9                      | 1.00        | Fuerte        |
| 5     | 3                              | 3                           | 3                                   | 9                      | 1.00        | Fuerte        |
| 6     | 3                              | 3                           | 3                                   | 9                      | 1.00        | Fuerte        |
| 7     | 2                              | 3                           | 2                                   | 7                      | 0.78        | Débil         |
| 8     | 3                              | 3                           | 3                                   | 9                      | 1.00        | Fuerte        |
| 9     | 2                              | 2                           | 3                                   | 7                      | 0.78        | Débil         |
| 10    | 3                              | 3                           | 3                                   | 9                      | 1.00        | Fuerte        |
|       | <b>n=3 expertos</b>            |                             |                                     | <b>media</b>           | <b>0.96</b> | <b>Fuerte</b> |

**Tabla para la Interpretación de la V de Aiken**

| V Aiken     | Validez   |
|-------------|-----------|
| 0,00 - 0,79 | Débil     |
| 0,80 - 0,89 | Aceptable |
| 0,90 - 1,00 | Fuerte    |

**Tabla 6. Resumen de la evaluación de contenido de los ítems del instrumento de erosión acelerada swinburne**

| Items | Numero de expertos =           |                             |                                     | Suma de acuerdos Total | V Aiken     | Descripcion   |
|-------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------|---------------|
|       | 1                              | 2                           | 3                                   |                        |             |               |
|       | Mg. Ing. Eigner Román Villegas | Dr. Ing. Raul Apaza Meneses | Mg. Ing. Gorki Federico Ascue Salas |                        |             |               |
| 1     | 3                              | 3                           | 3                                   | 9                      | 1.00        | Fuerte        |
| 2     | 3                              | 3                           | 3                                   | 9                      | 1.00        | Fuerte        |
| 3     | 3                              | 3                           | 3                                   | 9                      | 1.00        | Fuerte        |
| 4     | 3                              | 3                           | 3                                   | 9                      | 1.00        | Fuerte        |
| 5     | 3                              | 3                           | 3                                   | 9                      | 1.00        | Fuerte        |
| 6     | 3                              | 3                           | 3                                   | 9                      | 1.00        | Fuerte        |
| 7     | 3                              | 2                           | 3                                   | 8                      | 0.89        | Aceptable     |
| 8     | 2                              | 3                           | 2                                   | 7                      | 0.78        | Débil         |
| 9     | 3                              | 2                           | 3                                   | 8                      | 0.89        | Aceptable     |
| 10    | 3                              | 3                           | 3                                   | 9                      | 1.00        | Fuerte        |
|       | <b>n=3 expertos</b>            |                             |                                     | <b>media</b>           | <b>0.96</b> | <b>Fuerte</b> |

**Tabla para la Interpretación de la V de Aiken**

| V Aiken     | Validez   |
|-------------|-----------|
| 0,00 - 0,79 | Débil     |
| 0,80 - 0,89 | Aceptable |
| 0,90 - 1,00 | Fuerte    |

**Tabla 7. Cantidad de adobes que serán sometidos a pruebas de laboratorio**

| Adobe Compactado                       | % de aditivo                      | Equivalente en gramos (g) | ENSAYOS EN LABORATORIO |                |                   |                             | Cantidad total por % de aditivo |
|--|-----------------------------------|---------------------------|------------------------|----------------|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|
|  |                                   |                           | Absorción              | Succión        | Erosión acelerada | Resistencia a la compresión |                                 |
| <b>GC</b>                              | 0.00%                             | 000                       | 6 uds.                 | 6 uds.         | 6 uds.            | 6 uds.                      | <b>24 uds.</b>                  |
| <b>GE 1<br/>(Sika - 1)</b>             | 1.50%                             | 300                       | 6 uds.                 | 6 uds.         | 6 uds.            | 6 uds.                      | 24 uds.                         |
|  | 2.00%                             | 400                       | 6 uds.                 | 6 uds.         | 6 uds.            | 6 uds.                      | 24 uds.                         |
|  | 2.50%                             | 500                       | 6 uds.                 | 6 uds.         | 6 uds.            | 6 uds.                      | 24 uds.                         |
|  | <b>nro. de unidades para GE 1</b> |                           | <b>18 uds.</b>         | <b>18 uds.</b> | <b>18 uds.</b>    | <b>18 uds.</b>              | <b>72 uds.</b>                  |
| <b>GE 2<br/>(Chemayolic)</b>           | 1.50%                             | 300                       | 6 uds.                 | 6 uds.         | 6 uds.            | 6 uds.                      | 24 uds.                         |
|  | 3.00%                             | 600                       | 6 uds.                 | 6 uds.         | 6 uds.            | 6 uds.                      | 24 uds.                         |
|  | 4.50%                             | 900                       | 6 uds.                 | 6 uds.         | 6 uds.            | 6 uds.                      | 24 uds.                         |
|  | <b>nro. de unidades para GE 2</b> |                           | <b>18 uds.</b>         | <b>18 uds.</b> | <b>18 uds.</b>    | <b>18 uds.</b>              | <b>72 uds.</b>                  |
| <b>GE 3<br/>(Sika- 1 + Chemayolic)</b> | 2.00%                             | 400                       | 6 uds.                 | 6 uds.         | 6 uds.            | 6 uds.                      | 24 uds.                         |
|  | 2.50%                             | 500                       | 6 uds.                 | 6 uds.         | 6 uds.            | 6 uds.                      | 24 uds.                         |
|  | 3.00%                             | 600                       | 6 uds.                 | 6 uds.         | 6 uds.            | 6 uds.                      | 24 uds.                         |
|  | <b>nro. de unidades para GE 3</b> |                           | <b>18 uds.</b>         | <b>18 uds.</b> | <b>18 uds.</b>    | <b>18 uds.</b>              | <b>72 uds.</b>                  |
| <b>CANTIDAD TOTAL</b>                  |                                   |                           | <b>60 uds.</b>         | <b>60 uds.</b> | <b>60 uds.</b>    | <b>60 uds.</b>              | <b>240 uds.</b>                 |

Nota: GC = Grupo Control; GE = Grupo Experimental; uds. = unidades; nro. = numero.

Se trata de un muestreo no probabilístico por juicio, es decir que la muestra es elegida por algún criterio del investigador, ya que al haber varias canteras en el distrito de San Jerónimo de donde se puede extraer la materia prima para la elaboración de adobes, se elegirá por la facilidad de acceso y facilidad de elaboración del adobe, quedando así el suelo arcilloso de la urb. Pillao Matao. -San Jerónimo.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Detalles del experimento:

#### 4.1.1 Ensayos de laboratorio del suelo como materia prima.

##### Ensayo de contenido de humedad

A. Equipo utilizado: el equipo utilizado para el ensayo de cálculo de humedad es el siguiente:

- Lata toma muestras, capsula o recipiente para humedad (aluminio o latón)
- Horno calibrado con control de temperatura al décimo
- Balanza con una sensibilidad de 0.1 g
- Espátula

B. Procedimiento

- Paso 1. Pesarse la cápsula o recipiente, incluyendo su tapa. Verificar la numeración del recipiente.
- Paso 2. Colocar una porción de suelo húmedo en el recipiente 30 g. aprox. y se calcula el peso. (peso de la lata + suelo húmedo)
- Paso 3. Se coloca al horno a temperatura de 110°C durante 24 horas como máximo. (o hasta que la muestra se haya secado hasta identificar un peso constante)
- Paso 4. Determinar el peso del recipiente más el peso del suelo seco.

C. Cálculo de Prueba

Para poder determinar el Contenido de humedad del suelo se utilizó y la siguiente fórmula:

$$w\% = \frac{p_h - p_s}{p_s} * 100\%$$

Donde:

Ph = Peso del suelo húmedo.

Ps = Peso del suelo seco.

w%: Contenido de Humedad del Suelo.

Figura 14. Cálculos de contenido de humedad expresado en porcentaje. Adaptado de «MECÁNICA DE SUELOS TOMO 1», por Juárez Badillo y Rico Rodríguez, p. 61

## Ensayos de límites de consistencia (ASTM 423-66)

### A. Equipos e Instrumentos.

Se usaron los siguientes instrumentos y equipos:

- Bandeja de porcelana para hacer el ensayo de límite líquido y plástico
- Cuchara de Casagrande con ranurador.
- Pipeta o botella de plástico para echar agua controlada
- Espátula para mezclar de forma homogénea el suelo
- Vidrio poroso o esmerilado para la prueba de límite plástico
- Varilla de soldadura de 3 mm o fierro de construcción liso de 3 mm
- Malla N°40
- Bandeja

### B. Procedimiento.

#### ➤ Ensayo de Límite Líquido

- Se utilizó con todo el material pasante la malla N°40 (0.42 mm).
- Se ajusta a un 1 cm la altura de caída de la Cuchara de Casagrande, se utiliza el calibrador adherido al ranurador, se procede a aflojar los tornillos de fijación y cuando tenga una altura de caída de 1 cm se ajusta
- Se coloca el material en el recipiente de porcelana y se mezcla con el agua destilada preferentemente para esto se utiliza la espátula. Se bate hasta alcanza una consistencia homogénea
- Colocar una porción de suelo homogéneo en la Cuchara de Casagrande con la espátula, en la parte central y extenderla de forma horizontal, quitándole las burbujas que se podrían producir nivelar a 1cm aproximadamente.
- Instalar la cuchara de Casagrande en una base sólida, girar la manivela para levantar la cuchara con una frecuencia de 2 golpes/ seg. Hasta que las paredes de la ranura se toquen una distancia de media pulgada (en la parte inferior de la ranura) en este proceso contabilizar el número de golpes en que sucede esto.
- Repetir el proceso hasta conseguir registrar varios valores de número de golpes requerido (N).
- Tomar una porción de material de la cuchara de Casagrande (10 a 15 g) y colocarlo en una latita toma muestra para luego determinar su contenido de humedad
- Se recomienda realizar el ensayo varias veces iniciando de la condición seca a la más húmeda y buscar obtener entre 15 a 35 golpes en cada uno de los ensayos

➤ Límite plástico

- Con el suelo homogéneo que pasa la malla N°40 mezcladas con agua se toma varias porciones de aproximadamente de 20 g a 30 g formando esferas de aproximadamente 1 cm<sup>3</sup> de masa.
- Se amasar el material usando la palma de la mano haciéndolo rodar sobre el vidrio poroso formando un cilindro de 3mm de diámetro comparándolo con el fierro de construcción liso.
- Cuando el cilindro o rollito alcance un diámetro de 3 mm, juntar, formar la esfera y de nuevo general el rollito con la palma de la mano hasta alcanzar los 3mm de diámetro; se repite este proceso hasta que el cilindro se desmorone llegando a 3mm de diámetro.
- Los pedazos de dimensiones de 0,5 cm a 1 cm de longitud se colocan en una latita toma muestra para determinar su contenido de humedad

➤ Procedimiento de cálculo de las Pruebas de límites de Atterberg.

**El límite líquido:** Se determina el límite en un suelo remoldeado a un contenido de humedad tal que la resistencia al corte sea aproximadamente 0.02 kg/cm<sup>2</sup> y esto se consigue a los 25 golpes de la cuchara de Casagrande, para cerrar una abertura hecha con un ranurador estándar, en ½ pulgada.

Para el cálculo del límite líquido, se tomó como referencia el manual de ensayo de materiales

$$LL = W^n \left( \frac{N}{25} \right)^{0,121} \quad \circ \quad LL = kW^n$$

Donde:

|                |   |  |
|----------------|---|--|
| N              | = | Números de golpes requeridos para cerrar la ranura para el contenido de humedad, |
| W <sup>n</sup> | = | Contenido de humedad del suelo,  |
| K              | = | factor dado en la tabla A.1  |

Figura 15. Cálculo del límite líquido. Adaptado de «Manual de Ensayo de Materiales», por MTC 110, 2016, p 70.

**Tabla 8. Factor para límite líquido tabla a-1**

| N (Número de golpes) | K (Factor para límite líquido) |
|----------------------|--------------------------------|
| 20                   | 0,974                          |
| 21                   | 0,979                          |
| 22                   | 0,985                          |
| 23                   | 0,990                          |
| 24                   | 0,995                          |
| 25                   | 1,000                          |
| 26                   | 1,005                          |
| 27                   | 1,009                          |
| 28                   | 1,014                          |
| 29                   | 1,018                          |
| 30                   | 1,022                          |

Nota; Tomada de Manual de Ensayo de Materiales, MTC 110, 2016, p 71.

- **El límite Plástico** es el contenido de humedad para el cual el material se desmorona al llegar a formar rollitos de 3 mm (1/8”) en una superficie porosa (vidrio esmerilado).
  - o Pesar inmediatamente el trocito desmoronado del rollito para luego calcular su contenido de humedad.
  - o Para el límite plástico (EM 2000, MTC 111 – 2000) indica que la diferencia de las 2 pruebas no debe exceder en 2.6, entonces el límite plástico es el promedio de los contenidos de humedad calculados.

#### Procedimiento de cálculo del límite Plástico

- Paso 1.- Se determinó la diferencia de los contenidos de humedad, tomando en cuenta que:

$$\begin{aligned} |cont\ hum\ (1) - cont\ hum\ (2)| &\leq 2.6 \\ |6.46 - 7.78| &\leq 2.6 \\ |-1.32| &\leq 2.6 \\ 1.32 &\leq 2.6\ \text{Cumple} \end{aligned}$$

Figura 16. Cálculo del límite plástico. Adaptado de «Manual de Ensayo de Materiales», por MTC 110, 2016.

- Paso 3.- Se calculó el índice de plasticidad, según la fórmula:

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Donde:

- L.L. = Límite Líquido
- P.L. = Límite Plástico
- L.L. y L.P., son números enteros

Figura 17. Cálculo de índice de plasticidad. Adaptado de «Manual de Ensayo de Materiales», por MTC 110, 2016

## Ensayo de granulometría por tamizado (normas ASTM D 422-63).

### A. Materiales y equipo

- Juego de tamices normalizados
- Tamizadora mecánica o manual
- Balanza con una sensibilidad de 0,1 gramos

### B. Procedimiento.

- Se divide en 4 partes iguales el material (cuarteo) y luego se extrajo una muestra que representa del total para luego realizar el ensayo. Se pesa el suelo seco.
- Se lava el suelo usando la malla de 0.075 micras, para luego hacerlo secar en el horno como máximo 24 horas.
- Luego se pesa todo el material retenido en cada una de las mallas.

### C. Tablas de datos y cálculos.

Luego de obtener los datos del tamizado se procede a calcular los pesos retenidos en porcentaje y el porcentaje que pasa para poder graficar la curva granulométrica, utilizando las siguientes formulas:

$$\%Pasa\ 0,074 = \frac{Peso\ Total - Peso\ Retenido\ en\ el\ Tamiz\ de\ 0.074}{Peso\ Total} \times 100$$

Figura 18. Porcentaje de material que pasa por el tamiz. Adaptado de «Manual de Ensayo de Materiales», por MTC – 2016.

$$\%Retenido = \frac{Peso\ Retenido\ en\ el\ tamiz}{Peso\ Total} \times 100$$

Figura 19. porcentaje retenido sobre cada tamiz. Adaptado de «Manual de Ensayo de Materiales», por MTC – 2016

$$\%Pasa = 100 - \%Retenido\ acumulado$$

Figura 20. Cálculo del Porcentaje más fino. Adaptado de «Manual de Ensayo de Materiales», por MTC – 2016

## Obtención del contenido de humedad óptimo y la densidad seca máxima

**Tabla 9. Resultados del ensayo Proctor estándar**

| <b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>             |         |         |         |                           |        |
|---|---------|---------|---------|---------------------------|--------|
| Muestra N°  | P1      | P2      | P3      | P4                        |        |
| N° Tara   | C1- 13  | C1-28   | C1- 37  | C1- 42                    |        |
| Peso Hum+(T)  | 166.20  | 252.10  | 270.60  | 281.10                    |        |
| Peso SECO+(T)   | 158.90  | 236.70  | 247.20  | 256.90                    |        |
| Peso Agua   | 7.30    | 15.40   | 23.40   | 24.20                     |        |
| Tara (T)  | 98.80   | 127.70  | 101.00  | 124.50                    |        |
| Peso Suelo Seco   | 60.10   | 109.00  | 146.20  | 132.40                    |        |
| Contenido de Humedad (w)                                  | 12.15   | 14.13   | 16.01   | 18.28                     |        |
| <b>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD</b>                       |         |         |         | <b>Volumen del Molde:</b> | 945.6  |
|   |         |         |         | <b>Peso del Molde:</b>    | 1675.5 |
| Contenido de Humedad (wm)                                 | 12.15   | 14.13   | 16.01   | 18.28                     |        |
| Peso de Suelo + Molde (gr)                                | 3523.00 | 3623.00 | 3670.00 | 3615.00                   |        |
| Peso de Suelo Húmedo Compactado (gr)                      | 1847.50 | 1947.50 | 1994.50 | 1939.50                   |        |
| Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )                     | 1.95    | 2.06    | 2.11    | 2.05                      |        |
| Densidad seca (Y <sub>s</sub> seca) (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.74    | 1.80    | 1.82    | 1.73                      |        |

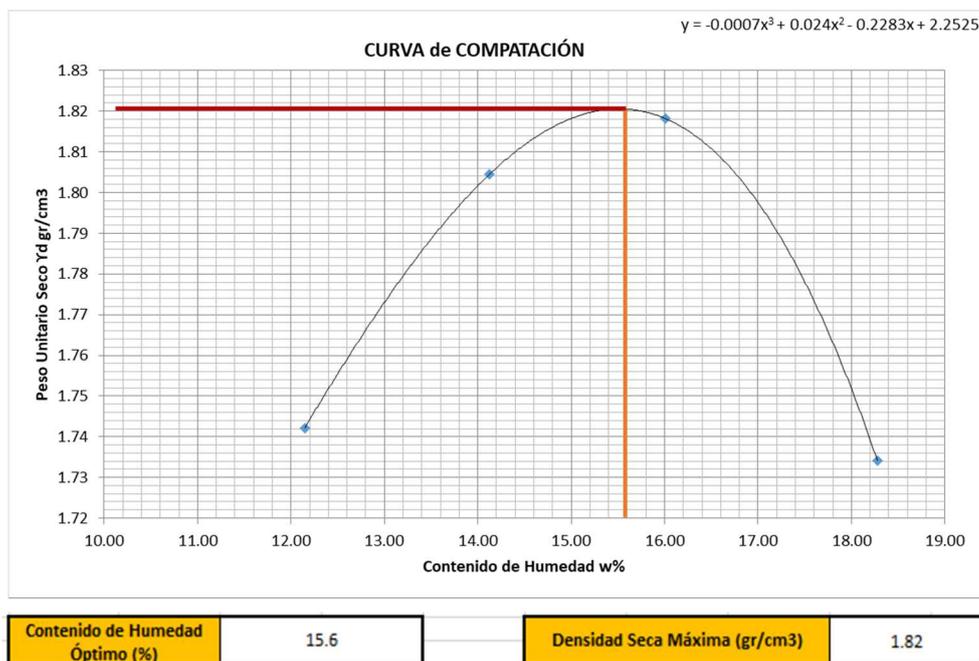


Figura 21. Curva de compactación

**Tabla 10. Propiedades físicas y mecánicas de los materiales que la componen**

| <b>Descripción</b>                               | <b>Resultados obtenidos</b> | <b>Und.</b> |
|--|-----------------------------|-------------|
| <b>Propiedades físicas de la materia prima</b>   |                             |             |
| Límite líquido                                   | 21.23                       | %           |
| Límite plástico                                  | 18.46                       | %           |
| Índice de plasticidad                            | 2.77                        | %           |
| D60  | 0.38                        | Mm          |
| D30  | 0.17                        | Mm          |
| Pasa la malla n°4                                | 91                          | %           |
| Pasa la malla n°200                              | 18.2                        | %           |
| Cantidad de grava                                | 8                           | %           |
| Cantidad de arena                                | 73.8                        | %           |
| Cantidad de limo y arcilla                       | 18.2                        | %           |
| Clasificación según SUCS                         | Arena limosa SM             |             |
| Clasificación según AASHTO                       | A-2-4 (0)                   |             |
| <b>Propiedades mecánicas de la materia prima</b> |                             |             |
| Ensayo Proctor                                   | 15.6                        | %           |
| Ensayo Proctor                                   | 3120                        | Gramos      |

Nota: Und= unidad; Mm= milímetros.

#### **4.1.2 Parámetros técnicos de la maquina artesanal para la elaboración de adobes compactados impermeables**

Según norma E.080 del 2017 Diseño y construcción con tierra reforzada, brinda información sobre las formas y dimensiones del bloque de adobe, que a manera de información se mostrará en la presente tesis. Formas y Dimensiones, nos indica que puede ser una aproximación de las siguientes medidas Ancho 0.18 m, Largo 0.38 m y la Altura del Adobe 0.10m.

Para el estudio de la presente tesis el bloque de adobe compactado e impermeables tendrá las siguientes dimensiones: Largo = 39 cm, Ancho = 19 cm, Espesor = 10 cm Estas medidas fue extraída de la máquina hechas por nosotros mismos, esas medidas mencionadas líneas más arriba por recomendación y experiencia del poblador andino, lo cual nos manifiestan en el momento del secado el adobe tradicional tiene el efecto de comprimirse o llamado vulgarmente a encogerse el adobe.

Para los ensayos de laboratorio de adobe compactado e impermeables, no hay norma, reglamentos o parámetros estandarizados para el adobe compactado.

#### 4.1.3 Cuadros de diseño de mezcla para la elaboración de adobes compactado con diferentes porcentajes de aditivo

**Tabla 11. Diseño de mezcla para un adobe compactado con 0.0 porcentaje (%) de aditivo**

| Descripción             | Cantidad     | Unidad de medida |
|-------------------------|--------------|------------------|
| suelo seco seleccionado | 20000        | gramos           |
| agua                    | 15.6         | %                |
| agua                    | 3120         | gramos           |
| <b>peso total</b>       | <b>23120</b> | <b>gramos</b>    |

**Tabla 12. Diseño de mezcla para un adobe compactado con 1.5 porcentaje (%) de aditivo Sika-1 en polvo**

| Descripción             | Cantidad     | Unidad de medida |
|-------------------------|--------------|------------------|
| suelo seco seleccionado | 20000        | gramos           |
| aditivo Sika-1          | 1.5          | %                |
| aditivo Sika-1          | 300          | gramos           |
| agua                    | 15.6         | %                |
| agua                    | 3120         | gramos           |
| <b>peso total</b>       | <b>23420</b> | <b>gramos</b>    |

**Tabla 13. Diseño de mezcla para un adobe compactado con 2.0 porcentaje (%) de aditivo Sika-1 en polvo**

| Descripción             | Cantidad     | Unidad de medida |
|-------------------------|--------------|------------------|
| suelo seco seleccionado | 20000        | gramos           |
| aditivo Sika-1          | 2            | %                |
| aditivo Sika-1          | 400          | gramos           |
| agua                    | 15.6         | %                |
| agua                    | 3120         | gramos           |
| <b>peso total</b>       | <b>23520</b> | <b>gramos</b>    |

**Tabla 14. Diseño de mezcla para un adobe compactado con 2.5 porcentaje (%) de aditivo Sika-1 en polvo**

| Descripción             | Cantidad     | Unidad de medida |
|-------------------------|--------------|------------------|
| suelo seco seleccionado | 20000        | gramos           |
| aditivo Sika-1          | 2.5          | %                |
| aditivo Sika-1          | 500          | gramos           |
| agua                    | 15.6         | %                |
| agua                    | 3120         | gramos           |
| <b>peso total</b>       | <b>23620</b> | <b>gramos</b>    |

**Tabla 15. Diseño de mezcla para un adobe compactado con 1.5 porcentaje (%) de aditivo Chemayolic en polvo**

| <b>Descripción</b>                     | <b>Cantidad</b> | <b>Unidad de medida</b> |
|--|-----------------|-------------------------|
| suelo seco seleccionado                | 20000           | gramos                  |
| pegamento impermeabilizante Chemayolic | 1.5             | %                       |
| pegamento impermeabilizante Chemayolic | 300             | gramos                  |
| agua                                   | 15.6            | %                       |
| agua                                   | 3120            | gramos                  |
| <b>peso total</b>                      | <b>23420</b>    | <b>gramos</b>           |

**Tabla 16. Diseño de mezcla para un adobe compactado con 3.0 porcentaje (%) de aditivo Chemayolic en polvo**

| <b>Descripción</b>                     | <b>Cantidad</b> | <b>Unidad de medida</b> |
|--|-----------------|-------------------------|
| suelo seco seleccionado                | 20000           | gramos                  |
| pegamento impermeabilizante Chemayolic | 3               | %                       |
| pegamento impermeabilizante Chemayolic | 600             | gramos                  |
| agua                                   | 15.6            | %                       |
| agua                                   | 3120            | gramos                  |
| <b>peso total</b>                      | <b>23720</b>    | <b>gramos</b>           |

**Tabla 17. Diseño de mezcla para un adobe compactado con 4.5 porcentaje (%) de aditivo Chemayolic en polvo**

| <b>Descripción</b>                     | <b>Cantidad</b> | <b>Unidad de medida</b> |
|--|-----------------|-------------------------|
| suelo seco seleccionado                | 20000           | gramos                  |
| pegamento impermeabilizante Chemayolic | 4.5             | %                       |
| pegamento impermeabilizante Chemayolic | 900             | gramos                  |
| agua                                   | 15.6            | %                       |
| agua                                   | 3120            | gramos                  |
| <b>peso total</b>                      | <b>24020</b>    | <b>gramos</b>           |

**Tabla 18. Diseño de mezcla para un adobe compactado con 2.0 porcentaje de aditivo combinado**

| Descripción                            | Cantidad | Unidad de medida |
|--|----------|------------------|
| suelo seco seleccionado                | 100      | %                |
| suelo seco seleccionado                | 20000    | gramos           |
| aditivo Sika-1                         | 250      | gramos           |
| aditivo Sika-1                         | 1.25     | %                |
| pegamento impermeabilizante Chemayolic | 150      | gramos           |
| pegamento impermeabilizante Chemayolic | 0.75     | %                |
| agua                                   | 15.6     | %                |
| agua                                   | 3120     | gramos           |
| peso total                             | 23520    | gramos           |
| proporción total de aditivo combinado  | 2        | %                |

**Tabla 19. Diseño de mezcla para un adobe compactado con 2.5 porcentaje de aditivo combinado**

| Descripción                            | Cantidad | Unidad de medida |
|--|----------|------------------|
| suelo seco seleccionado                | 100      | %                |
| suelo seco seleccionado                | 20000    | gramos           |
| aditivo Sika-1                         | 200      | gramos           |
| aditivo Sika-1                         | 1        | %                |
| pegamento impermeabilizante Chemayolic | 300      | gramos           |
| pegamento impermeabilizante Chemayolic | 1.5      | %                |
| agua                                   | 15.6     | %                |
| agua                                   | 3120     | gramos           |
| peso total                             | 23620    | gramos           |
| proporción total de aditivo combinado  | 2.5      | %                |

**Tabla 20. Diseño de mezcla para un adobe compactado con 3.0 porcentaje de aditivo combinado**

| Descripción                            | Cantidad | Unidad de medida |
|--|----------|------------------|
| suelo seco seleccionado                | 100      | %                |
| suelo seco seleccionado                | 20000    | gramos           |
| aditivo Sika-1                         | 150      | gramos           |
| aditivo Sika-1                         | 0.75     | %                |
| pegamento impermeabilizante Chemayolic | 450      | gramos           |
| pegamento impermeabilizante Chemayolic | 2.25     | %                |
| agua                                   | 15.6     | %                |
| agua                                   | 3120     | gramos           |
| peso total                             | 23720    | gramos           |
| proporción total de aditivo combinado  | 3.0      | %                |

## **Procedimiento de elaboración de adobes compactados**

A. Diseño de mezclas para preparar adobe compactado

B. Equipo

- Molde metálico presionado con gatas de 2 ton (Adobera)
- Pico y pala para extraer el material del suelo
- Tamiz metálico para seleccionar el material
- Balanza
- Recipientes de plástico de diferentes tamaños

C. Procedimiento.

- 1ro. Se tamiza el material que se usará para la preparación de los adobes comprimidos a través de la malla con diámetro de 0.5 cm. (malla N° 4).
- 2do. Se pesa 20000 gr de suelo seco seleccionado. Suelo con que el poblador de la zona prepara sus adobes normalmente.
- 3ro. Se agregan las cantidades de aditivos SIKA-1 y CHEMAYOLIC que se incorporaran a la mezcla en función del peso seco de material.
- 4to. Se mezcla de forma homogénea el suelo y el aditivo hasta alcanzar un color uniforme, se alcanza a los 5 minutos una mezcla uniforme con badilejo en una batea.
- 5to. Se vierte 12% de agua, que es 2.4 litros, de acuerdo con el contenido óptimo de humedad que se obtuvo del ensayo Proctor.
- 6to. Se mezcla el suelo con aditivo y el agua por unos 7 min hasta alcanzar una mezcla uniforme y homogénea.
- 7to. Se vierte la mezcla en la caja metálica de la máquina compactadora en 3 capas aproximadamente iguales, luego cada capa se compacta a 24 golpes del pisón manual con una distribución uniforme
- 8vo. Se cierra la caja metálica con su tapa y se aplica la compactación con 2 gatas hidráulicas de 2ton cada una, haciendo una fuerza total aplicada de 4 toneladas.
- 9no. Al finalizar el compactado se procede a extraerlos del molde metálico y colocarlos en una superficie plana para su secado durante 30 días. (cada 3 días se hacen girar para que el secado sea homogéneo).

#### 4.1.4 Ensayos de laboratorio con el adobe compactado seco

##### Prueba de Resistencia a la Compresión Simple

- Equipo y Materiales.
  - Carretilla para transportar los adobes
  - Equipo de compresión axial mecánico o electrónico con canastilla
  - Una escobilla o brocha
  - Un marcador o tiza
  - Un serrucho de metal
- Procedimiento.
  - Para esta prueba, se selecciona 60 adobes de manera aleatoria de un total de 240 adobes comprimidos.
  - Para la prueba se corta cubos de arista 10 cm.
  - Se realiza el refrentado con una capa de yeso respectivo en la parte superior e inferior del cubo del adobe el cual tiene como objetivo conseguir una superficie horizontal.
  - Se procede a comprimir el cubo de adobe verificado que el apoyo sea en toda la superficie cuadrada para asegurar que los resultados de compresión sean confiables.
- Datos, cálculos, tablas

Para el cálculo de la resistencia a la compresión, se utiliza la fórmula siguiente:

$$f_o = \frac{P}{A}$$

Dónde:

fo: Fuerza por unidad de área de Compresión del Adobe

P: Fuerza que se le Aplica al Adobe comprimido hasta su rotura

A: Área de contacto con el cubo de adobe

Según la Norma E 080 el valor referencia del adobe de diseño es fo = 10.2 kgf/cm<sup>2</sup>

Figura 22. Cálculo del Porcentaje más fino. Adaptado de «UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.», por NTP 399.613 – 2017

### Prueba de Erosión Acelerada Swinburne (SAET).

- Equipo y Materiales utilizados
  - Equipo del ensayo de erosión acelerada SAET
  - Escuadra fabricada para medir la inclinación
  - Agua
  - Varilla de 3mm de diámetro
- Procedimiento.
  - Se escogen los adobes de forma aleatoria entre 10 que se disponen de cada grupo, desde su elaboración se dejaron pasar por lo menos 30 días. Este ensayo está basado en la Norma Española UNE 41410:2008 “Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques” según este reglamento se debe ensayar mínimo 2 adobes; pero en este estudio se hicieron 10 pruebas con cada adobe de cada grupo.
  - Se conecta la máquina del ensayo SAET a un caño de agua potable para realizar la prueba con una presión homogénea de agua.
  - Se instala una base de madera y encima el adobe con una inclinación con respecto a la horizontal de 27° sexagesimales.
  - Se instala el adobe comprimido en la tabla con la inclinación respecto a la horizontal de 27°, y luego se abre el caño para iniciar la prueba se toma el tiempo de goteo.
  - Al pasar 10 minutos exactamente se retira el adobe comprimido de la tabla inclinada y se espera 2min adicionales para que se airee. Luego de los cuales se mide el hueco que dejó el goteo (oquedad).
- Datos y cálculos

El método que se utilizó para calcular la erosión acelerada en esta prueba de Swinburne se usara el siguiente criterio de clasificación:

**Tabla 21. Criterio para clasificar la erosión acelerada**

| Propiedad                             | Criterio           | Resultados     |
|---------------------------------------|--------------------|----------------|
| D, (profundidad de la oquedad, en mm) | $0 \leq D \leq 10$ | Bloque apto    |
|                                       | $D > 10$           | Bloque no apto |

Nota: mm = milímetros. Tomado de Norma española UNE 41410,2008, p. 14.

## Ensayo de Absorción

### ➤ Equipo y Materiales

- Horno de temperatura constante
- Recipientes de plástico grandes (baldes)
- Termómetro para medir la temperatura del agua
- Balanza de precisión

### ➤ Procedimiento

- La norma recomienda hacer la prueba con 3 adobes comprimidos como mínimo (NTP 399.604 y 399.613.). En este estudio por cuestiones de confiabilidad y validez se realiza el ensayo con 5 adobes comprimidos.
- Se lleva las unidades de adobe comprimido horno y se le somete a una temperatura de secado entre 110°C y 115°C y a las 24 horas se procede a pesarlas una vez enfriadas o se puede repetir la medida hasta que no se tenga variaciones en el peso cada 4 horas.
- Se coloca los adobes sin humedad en un recipiente grande de plástico con agua preferentemente destilada, se mantiene bajo el agua completamente sumergidos durante un periodo de tiempo 24 horas, a temperatura entre 15°C y 30°C.
- Pasadas las 24 horas, se procede a retirar los adobes de la tina, se retira el agua superficial con la tela o paño húmedo y a continuación se estima su peso húmedo dentro de los 5min contando desde que se extrae de la tina.

### ➤ Datos y cálculos

- ✓ Para calcular el porcentaje de absorción de adobe se usa la siguiente fórmula:

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{W_{sat} - W_{seco}}{W_{seco}} * 100$$

Donde:

- Wseco: Peso seco del adobe comprimido.
- Wsat: Peso del adobe saturado.

Figura 23. Cálculo del Porcentaje más fino. Adaptado de «UNIDADES DE ALBAÑILERÍA», por NTP 399.613 – 2017

## Ensayo de Succión

### ➤ Materiales

- Horno para el secado del adobe a una temperatura de 110°C a 115°C
- Recipiente con agua
- Tacos para levantar el adobe
- Balanza para pesar adobe seco y adobe semisaturado.

### ➤ Procedimiento

- El ensayo de succión de agua se basa en la NTP 399.613
- La finalidad del ensayo de succión es calcular el índice de absorción temprana del adobe comprimido en otras palabras calcular la humedad del adobe comprimido que puede succionar en un tiempo de 1 min.
- Primero se colocan el adobe comprimido en el horno entre 110°C y 115°C durante 24 horas. Con la finalidad de extraer toda la humedad del adobe y no considerar en los cálculos la humedad del medio ambiente.
- Segundo, se mide ancho y largo del adobe con el objetivo de calcular el área de contacto con el agua
- Tercero, se prepara la bandeja con agua que tiene que estar nivelada, además se coloca los tacos a una altura de 3 mm.
- Cuarto, se coloca el adobe comprimido sobre los tacos, inmediatamente se toma el tiempo de un minuto.
- Por último, se retira el adobe y se extrae el agua superficial con una tela húmeda para luego pesar el adobe húmedo. Se recomienda tomar la medida del peso dentro de los 2 min.

### ➤ Datos y cálculos.

La succión se calcula haciendo una resta del peso húmedo del adobe comprimido con el peso seco sacado del horno, en otras palabras, es el peso de agua succionada en un minuto cuando el adobe está en contacto con la superficie de agua. Si el área del espécimen difiere en más de  $\pm 2.5$  de 200 cm<sup>2</sup> se corrige el peso mediante la ecuación que se indica a continuación.

## 4.2 Presentación de resultados

### 4.2.1 Resultados de los ensayos de laboratorio del suelo como materia prima

**Tabla 22. Resultado del ensayo de contenido de humedad**

| Descripción                               | Muestra 01    | Muestra 02    | Muestra 03    | Promedio      |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Número de la tara                         | N1            | N2            | N3            |               |
| Peso de la muestra húmeda + tara          | 1262.90       | 1113.00       | 1105.00       | 1160.30       |
| Peso de la muestra secada al horno + tara | 1140.10       | 998.00        | 1009.00       | 1049.03       |
| Contenido de agua                         | 122.80        | 115.00        | 96.00         | 111.27        |
| Peso de la tara                           | 304.10        | 303.10        | 302.20        | 303.13        |
| <b>Porcentaje de humedad</b>              | <b>14.69%</b> | <b>16.55%</b> | <b>13.58%</b> | <b>14.94%</b> |

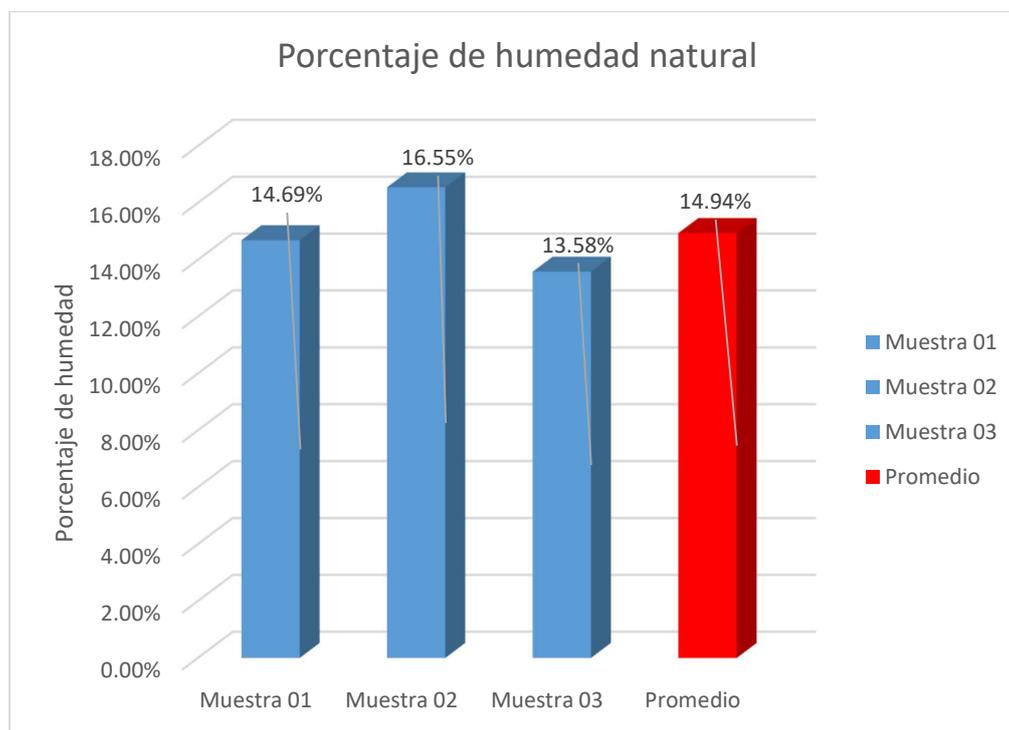


Figura 24. Resultado del ensayo de contenido de humedad

**Tabla 23. Resultados del ensayo de límite de consistencia**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL                           |  |                |        |        |                 |        |                         |                  |        |
|---|--|----------------|--------|--------|-----------------|--------|-------------------------|------------------|--------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA                            |  |                |        |        |                 |        |                         |                  |        |
| ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |                |        |        |                 |        |                         |                  |        |
| <b>RESPONSABLES:</b>                              | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez |                |        |        |                 |        |                         |                  |        |
| <b>FECHA:</b>                                     | <b>31-Ene-22</b>   |                |        |        |                 |        |                         |                  |        |
| <b>LUGAR:</b>                                     | LABORATORIO DE SUELOS                                    |                |        |        |                 |        |                         |                  |        |
| <b>ENSAYO:</b>                                    | LIMITES DE ATTERBERG                                     |                |        |        |                 |        |                         |                  |        |
| <b>LIMITE LIQUIDO:</b>                            | <b>NORMA:</b>  | ASTM D 4318    |        |        |                 |        |                         |                  |        |
| <b>LIMITE PLÁSTICO:</b>                           | <b>NORMA:</b>  | ASTM D 4319    |        |        |                 |        |                         |                  |        |
| PESOS   | ud.  | LÍMITE LIQUIDO |        |        | LÍMITE PLÁSTICO |        | LÍMITES DE CONSISTENCIA |                  |        |
|   |  | 1              | 2      | 3      | 1               | 2      |                         |                  |        |
| Peso Tara + Muestra Húmeda                        | gr.  | 48.50          | 54.50  | 49.00  | 33.34           | 39.15  |                         |                  |        |
| Peso Tara + Muestra Seca                          | gr.  | 45.60          | 50.60  | 45.80  | 33.06           | 37.9   | Limite Liquido:         | LL=              | 21.23% |
| Peso de la Tara                                   | gr.  | 31.50          | 31.50  | 31.70  | 31.39           | 31.31  | Limite Plástico:        | LP=              | 18.46% |
| Peso de la Muestra Seca                           | gr.  | 14.10          | 19.10  | 14.10  | 1.67            | 6.59   | Índice de Plasticidad:  | IP=              | 2.77%  |
| Peso de Agua                                      | gr.  | 2.90           | 3.90   | 3.20   | 0.28            | 1.25   | Contenido de Humedad:   | W <sub>n</sub> = | 14.94% |
| Contenido de Humedad                              | %  | 20.57%         | 20.42% | 22.70% | 18.97%          | 17.95% | Grado de consistencia : | K <sub>w</sub> = | 0.23   |
| Numero de Golpes                                  |  | 38             | 32     | 16     | Promedio :      | 18.46% | Grado de consistencia : | "Liquida"        |        |

**Tabla 24. Resultados del ensayo de granulometría**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL                           |  |               |                             |                                       |                     |
|---|--|---------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA                            |  |               |                             |                                       |                     |
| ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |               |                             |                                       |                     |
| <b>RESPONSABLES:</b>                              | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martinez |               |                             |                                       |                     |
| <b>FECHA:</b>                                     | 31/01/2022   |               |                             |                                       |                     |
| <b>LUGAR:</b>                                     | LABORATORIO DE SUELOS                                    |               |                             |                                       |                     |
| <b>ENSAYO:</b>                                    | GRANULOMETRÍA  |               |                             |                                       |                     |
| Peso Inicial de la Muestra                        |  |               |                             |                                       | 1379.7 gr.          |
| Peso de la Muestra Después del Secado al Horno    |  |               |                             |                                       | 762.5 gr.           |
| TAMIZ   | ABERTURA   | PESO RETENIDO | PORCENTAJE DE PESO RETENIDO | PORCENTAJE DE PESO RETENIDO ACUMULADO | PORCENTAJE QUE PASA |
|   | (mm)   | (gr.)         | (%)                         | (%)                                   | (%)                 |
| 3/4"  | 19.000   | 0.00          | 0.00%                       | 0.00%                                 | 100.00%             |
| 1/2"  | 12.500   | 11.40         | 1.50%                       | 1.50%                                 | 98.50%              |
| 3/8"  | 9.500  | 11.60         | 1.52%                       | 3.02%                                 | 96.98%              |
| 1/4"  | 6.250  | 28.30         | 3.72%                       | 6.74%                                 | 93.26%              |
| #4  | 4.750  | 17.50         | 2.30%                       | 9.04%                                 | 90.96%              |
| #10   | 2.000  | 62.70         | 8.23%                       | 17.27%                                | 82.73%              |
| #20   | 0.850  | 67.10         | 8.81%                       | 26.08%                                | 73.92%              |
| #40   | 0.425  | 80.90         | 10.63%                      | 36.71%                                | 63.29%              |
| #60   | 0.250  | 126.50        | 16.61%                      | 53.32%                                | 46.68%              |
| #140  | 0.106  | 265.30        | 34.84%                      | 88.17%                                | 11.83%              |
| #200  | 0.075  | 81.60         | 10.72%                      | 98.88%                                | 1.12%               |
| FONDO   |  | 8.50          | 1.12%                       | 100.00%                               | 0.00%               |
| Total Retenido:                                   |  | <b>761.40</b> | <b>100.00%</b>              |                                       |                     |

**Tabla 25. Clasificación de los suelos por el tamaño de sus partículas**

| Sistema de Clasificación                   | Tipo de suelo | Diámetro de partícula (D)         |
|--|---------------|-----------------------------------|
| NTP 339.134                                | Grava         | (#4) 4.75mm ≤ D < 75 mm (3")      |
| Método SUCS                                | Arena         | (#200) 0.075mm ≤ D < 4.75 mm (#4) |
|  | Arcilla-Limo  | D < 0.075mm (#200)                |
| NTP 339.135<br>(Uso en vías de transporte) | Grava         | (#10) 2mm ≤ D < 75 mm (3")        |
|  | Arena         | (#200) 0.075 mm ≤ D < 2mm (#10)   |
|  | Limo-arcilla  | D < 0.075 mm (#200)               |

**Tabla 26. Resultados de clasificación del suelo por el tamaño de sus partículas según los resultados obtenidos en la granulometría**

| SISTEMA DE CLASIFICACIÓN                      | Componentes del suelo obtenido |
|---|--------------------------------|
| NTP 336.134 SUCS con propósitos de ingeniería |                                |
| grava   | 9.04%                          |
| arena   | 89.85%                         |
| Arcilla-limo                                  | 1.12%                          |
| NTP 339.135 (Uso en vías de transporte)       |                                |
| grava   | 17.27%                         |
| arena   | 81.61%                         |
| Arcilla- limo                                 | 1.12%                          |

**Grava:** se obtuvo de la sumatoria del porcentaje retenido hasta la malla número 4 tal como lo indica la NTP 336.134.

**Arena:** se obtuvo de la sumatoria del porcentaje retenido desde la malla número 10 hasta la malla número 200 tal como lo indica la NTP 336.134.

**Arcilla-limo:** se obtuvo de la sumatoria del porcentaje retenido menores a la malla número 200 tal como lo indica la NTP 336.134.

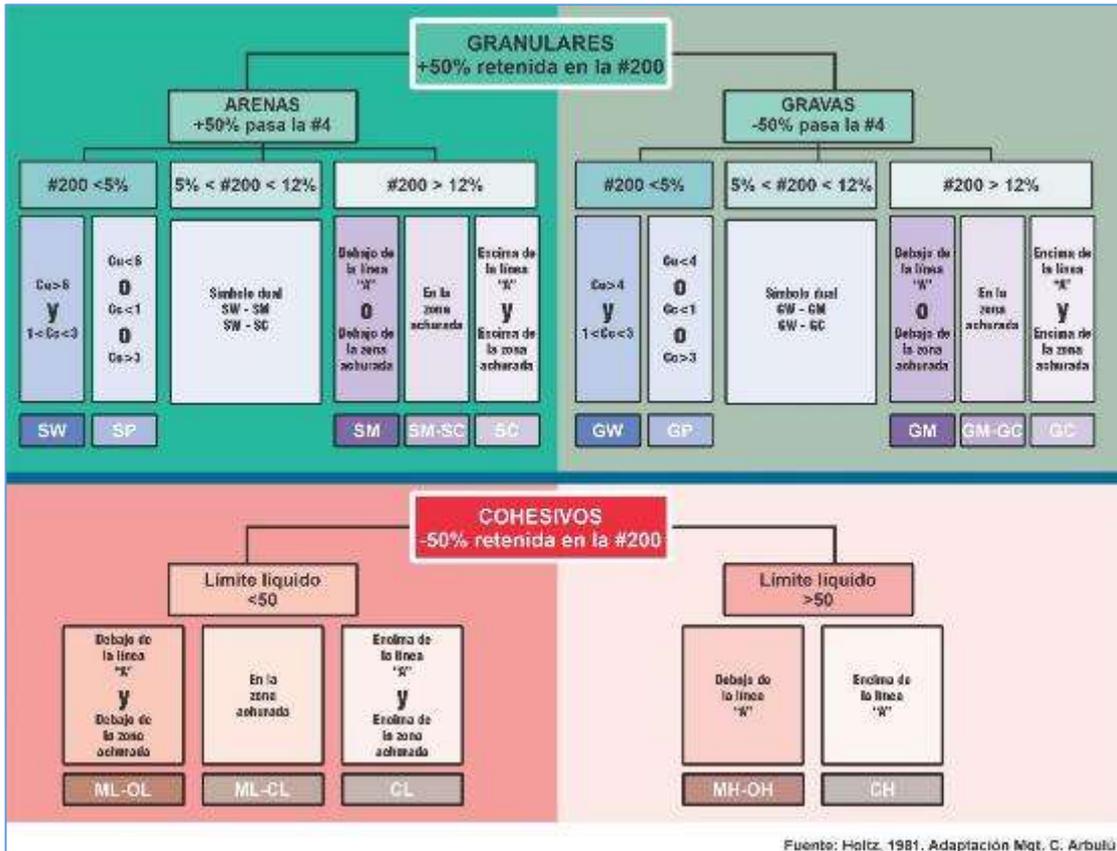


Figura 25. Clasificación SUCS: Arena Limosa (SM).

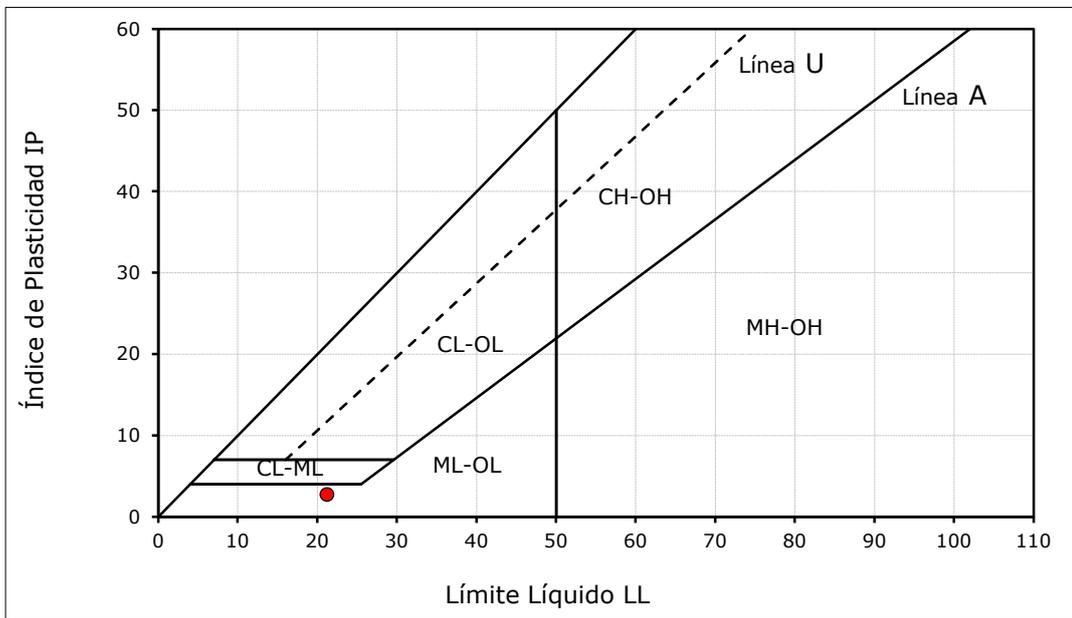


Figura 26. Resultados Carta de plasticidad a emplear en el SUCS (Fuente: Norma ASTM D-2487): Arena limosa

#### **4.2.2 Resultados del ensayo de análisis y control para unidades de adobe compactado en laboratorio. (grupo experimental)**

Para la obtención de los resultados de análisis y control de adobes compactados impermeables, se trabajó con un conjunto de tablas las cuales se dividieron en dos grupos:

1°=Tablas Primarias (T.P.) que son las tablas iniciales que se requirió para la recolección de información y poder medir su impermeabilidad.

2°= Tablas Comparación (T.C.) se presentarán la comparación de los resultados provenientes de las tablas primarias el cual tendrá su grafico respectivo.

Previo a ello se presenta una tabla resumen con la obtención de los resultados y una tabla resumen con todos los nombres de las tablas utilizadas para los ensayos de análisis y control de unidades compactado.

#### **4.2.3 Criterios para la aplicación de porcentajes de aditivo Sika-1 y Chemayolic en un adobe compactado.**

Los aditivos utilizados están diseñados para mejorar propiedades para el concreto, la idea de la tesis es probar en un adobe si también se pudiera incrementar las propiedades físicas y mecánicas, no existe especificaciones técnicas para el adobe, con este estudio se podría proponer algunas recomendaciones del uso de los aditivos y se aplicó según las fichas técnicas de estos productos industrializados.

Para obtener un adobe compactado e impermeable se realizó una mezcla entre la tierra zarandeada limpia de impurezas se mezcló con los aditivos hechos en polvo, (1) se mezcló la tierra con el aditivo SIKA-1, (2) se mezcló la tierra con el CHEMAYOLIC, (3) y por último se mezcló la tierra con los dos aditivos mencionados líneas arriba, ya mezclado homogéneamente, se agregó agua según los resultados del ensayo Proctor de humedad optima de agua, se procedió a llenar la mezcla a la máquina hechas por nosotros mismos, y como resultado se obtuvo adobes compactados e impermeables.

**Para el grupo experimental 1:** Sika-1 en polvo recomienda 1 kilo para una bolsa de cemento de 42.5 Kilos y para evitar el trabajo con decimales se considerará 50 kilos, en donde el peso aproximado que se consideró por adobe fue de 20 kilos por tanto por adobe vendría a ser 400 gramos (**2.0%**) Para lo cual nosotros como investigadores propusimos porcentaje por abajo y por arriba con el propósito de optimizar las propiedades del aditivo sika-1.

**Para el grupo experimental 2:** Para el CHEMAYOLIC en polvo el fabricante recomienda un kilo para 1.5 a 2 block de vidrio en la combinación del sika-1 se consideró en función a una bolsa de cemento de 42.5 en este caso se consideró la diferencia entre los valores de 50 y 42.5 se aproximó al número menor el cual vendría ser el resultado de 35 kilos, en donde el peso aproximado que se consideró 20 kilos por unidad de adobe, para evitar con decimales se consideró 600 gramos Para lo cual nosotros como investigadores propusimos porcentaje por abajo y por arriba con el propósito de optimizar las propiedades del aditivo sika-1.

**Para el grupo experimental 3:** Se aplicó la combinación de Sika-1 y CHEMAYOLIC, se tomó de sika-1 200 gramos del total de 400 gramos y 300 gramos de CHEMAYOLIC de total de 600 gramos 50% de ambos productos.

**Tabla 27. Resumen de los resultados promedios de las tablas de adobe compactado**

| Adobe Compactado   | Proporción de aditivo utilizado |                 | Resultados del ensayo de  |         |        |   |                                    |        |  |        |        | Resistencia a la compresión Promedio F'c (Kgf/cm2)        |
|--|---------------------------------|-----------------|---|---------|--------|---|------------------------------------|--------|--|--------|--------|---|
|  | Absorción                       |                 |   | Succión |        |   | Erosión Acelerada Swinburne (SAET) |        |  |        |        |   |
|  | %                               | Eq. en peso (g) | Absorción (%)   | Eq. %   | R. (%) | Succión (%)   | Eq. %                              | R. (%) | Oquedad (mm)   | %      | R. (%) |   |
| <b>GC.</b>   | 0.0                             | 000 g           | 34.49   | 100%    | 0.00   | 10.18   | 100%                               | 0%     | 9.83   | 100%   | 0%     | 22.5  |
| <b>GE. 1 (S.)</b>  | 1.5                             | 300 g           | 27.55   | 80%     | 20%    | 9.78  | 96.00%                             | 4%     | 5.50   | 55.93% | 44.07% | 21.0  |
|  | 2.0                             | 400 g           | 19.43   | 56%     | 44%    | 7.62  | 74.80%                             | 25%    | 6.50   | 66.10% | 33.90% | 18.5  |
|  | 2.5                             | 500 g           | 13.91   | 40%     | 60%    | 5.63  | 55.32%                             | 45%    | 1.00   | 10.17% | 89.83% | 20.6  |
| <b>Resultados según la tabla 2 de impermeabilidad con las mejores respuestas</b> |                                 |                 | <b>Impermeabilidad:</b> Del G.E 1 (Sika-1) con 2.5% de aditivo con una reducción 60 %     |         |        | <b>Permeable:</b> Del G.E 1 (Sika-1) con 2.5% de aditivo con una reducción 45 %           |                                    |        | <b>Impermeabilidad:</b> Del G.E 1 (Sika-1) con 2.5% de aditivo con una reducción 89.83 %     |        |        | Cumple la resistencia ultima aceptable de la Norma E.080. |
| <b>GE.2 (C.)</b>   | 1.5                             | 300 g           | 10.91   | 32%     | 68%    | 3.66  | 35.93%                             | 64%    | 4.33   | 44.07% | 55.93% | 24.2  |
|  | 3                               | 600 g           | 17.87   | 52%     | 48%    | 5.08  | 49.86%                             | 50%    | 0.50   | 5.08%  | 94.92% | 26.5  |
|  | 4.5                             | 900 g           | 13.83   | 40%     | 60%    | 3.52  | 34.58%                             | 65%    | 0.33   | 3.39%  | 96.61% | 27.1  |
| <b>Resultados según la tabla 2 de impermeabilidad con las mejores respuestas</b> |                                 |                 | <b>Impermeabilidad:</b> Del G.E 2 (CHEMAYOLIC) con 1.5% de aditivo con una reducción 68 % |         |        | <b>Impermeabilidad:</b> Del G.E 2 (CHEMAYOLIC) con 4.5% de aditivo con una reducción 65 % |                                    |        | <b>Impermeabilidad:</b> Del G.E 2 (CHEMAYOLIC) con 4.5% de aditivo con una reducción 96.61 % |        |        | Cumple la resistencia ultima aceptable de la Norma E.080. |
| <b>GE. 3 (S.+C.)</b>   | 2.0                             | sika-1 150 g    | 14.67   | 43%     | 57%    | 3.91  | 38.40%                             | 62%    | 0.83   | 8.47%  | 91.53% | 21.2  |
|  | 2.5                             | Chema 200 g     | 13.03   | 38%     | 62%    | 3.39  | 33.24%                             | 67%    | 0.33   | 3.39%  | 96.61% | 24.9  |
|  | 3.0                             | 250 g           | 14.12   | 41%     | 59%    | 3.52  | 34.58%                             | 65%    | 0.17   | 1.69%  | 98.31% | 23.7  |
| <b>Resultados según la tabla de impermeabilidad con las mejores respuestas</b>   |                                 |                 | <b>Impermeabilidad:</b> Del G.E 3 (CHEMAYOLIC) con 2.5% de aditivo con una reducción 62 % |         |        | <b>Impermeabilidad:</b> Del G.E 3 (CHEMAYOLIC) con 2.5% de aditivo con una reducción 67%  |                                    |        | <b>Impermeabilidad:</b> Del G.E 3 (CHEMAYOLIC) con 3.0% de aditivo con una reducción 98.31 % |        |        | Cumple la resistencia ultima aceptable de la Norma E.080. |

Nota: GC. = Grupo Control; GE. = Grupo Experimental; Eq. = Equivalente; S.= SIKA - 1; C.= CHEMAYOLIC; R.= Reducción; g = gramo; Kg = Kilogramo; 1 Kg = 1000 g; min = minutos; cm = centímetros, cm2 = centímetros al cuadrado; % = porcentaje.

**Tabla 28. Resumen de los nombres de los resultados de figuras y tablas de adobe compactado**

| Adobe Compactado                | %      | Resultados del ensayo de  |   |   |  |   |
|---------------------------------|--------|---|---|---|--|---|
|                                 |        | Absorción   | Succión   | Erosión Acelerada Swinburne (SAET)  | Resistencia a la Compresión  |   |
| Grupo Control (GC)              | 0.0    | Tabla 29. Resultados primarios del ensayo de Absorción 0 % de aditivo           | Tabla 42. Resultados primarios del ensayo de Succión 0 % de aditivo   | Tabla 55. Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 0 % de aditivo                      | Tabla 68. Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 0 % de aditivo  |   |
| Grupo Experimental I (SIKA - 1) | 1.5    | Tabla 30. Resultados primarios del ensayo de Absorción 1.5 % de aditivo Sika-1. | Tabla 43. Resultados primarios del ensayo de Succión 1.5 % de aditivo Sika-1.   | Tabla 56. Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 1.5 % de aditivo Sika-1.            | Tabla 69. Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 1.5 % de aditivo Sika-1.  |   |
|                                 | 2.0    | Tabla 31. Resultados primarios del ensayo de Absorción 2.0 % de aditivo Sika-1. | Tabla 44. Resultados primarios del ensayo de Succión 2.0 % de aditivo Sika-1.   | Tabla 57. Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 2.0 % de aditivo Sika-1.            | Tabla 70. Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 2.0 % de aditivo Sika-1.  |   |
|                                 | 2.5    | Tabla 32. Resultados primarios del ensayo de Absorción 2.5 % de aditivo Sika-1. | Tabla 45. Resultados primarios del ensayo de Succión 2.5 % de aditivo Sika-1.   | Tabla 58. Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 2.5 % de aditivo Sika-1.            | Tabla 71. Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 2.5 % de aditivo Sika-1.  |   |
|                                 | Cotejo |   | Tabla 33. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Absorción (0.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%) del aditivo Sika-1 | Tabla 46. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Succión (0.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%) del aditivo Sika-1 | Tabla 59. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) (0.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%) del aditivo Sika-1 | Tabla 72. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Resistencia a la Compresión (0.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%) del aditivo Sika-1 |
|                                 |        |   | Figura 27. Comparación de resultados promedio de los ensayos de (0.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%) del aditivo Sika-1          | Figura 30. Comparación de resultados promedio de los ensayos de (0.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%) del aditivo Sika-1        | Figura 33. Comparación de resultados promedio de los ensayos de (0.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%) del aditivo Sika-1                                   | Figura 36. Comparación de resultados promedio de los ensayos de (0.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%) del aditivo Sika-1                            |

| Adobe Compactado de aditivo       | %      | Resultados del ensayo de   |  |  |   |  |
|-----------------------------------|--------|--|--|--|---|--|
|                                   |        | Absorción  | Succión  | Erosión Acelerada Swinburne (SAET)   | Resistencia a la Compresión   |  |
| Grupo Experimental 2 (CHEMAYOLIC) | 1.5    | Tabla 34. Resultados primarios del ensayo de Absorción 1.5 % de aditivo CHEMAYOLIC.          | Tabla 47. Resultados primarios del ensayo de Succión 1.5 % de aditivo CHEMAYOLIC.  | Tabla 60. Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 1.5 % de aditivo CHEMAYOLIC.             | Tabla 73. Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 1.5 % de aditivo CHEMAYOLIC.   |  |
|                                   | 3      | Tabla 35. Resultados primarios del ensayo de Absorción 3 % de aditivo CHEMAYOLIC.            | Tabla 48. Resultados primarios del ensayo de Succión 3 % de aditivo CHEMAYOLIC.  | Tabla 61. Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 3 % de aditivo CHEMAYOLIC.               | Tabla 74. Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 3 % de aditivo CHEMAYOLIC.   |  |
|                                   | 4.5    | Tabla 36. Resultados primarios del ensayo de Absorción 4.5 % de aditivo CHEMAYOLIC.          | Tabla 49. Resultados primarios del ensayo de Succión 4.5 % de aditivo CHEMAYOLIC.  | Tabla 62. Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 4.5 % de aditivo CHEMAYOLIC.             | Tabla 75. Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 4.5 % de aditivo CHEMAYOLIC.   |  |
|                                   | Cotejo |  | Tabla 37. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Absorción (0.0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) del aditivo CHEMAYOLIC  | Tabla 50. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Succión (0.0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) del aditivo CHEMAYOLIC  | Tabla 63. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) (0.0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) del aditivo CHEMAYOLIC  | Tabla 76. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Resistencia a la Compresión (0.0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) del aditivo CHEMAYOLIC  |
|                                   |        |  | Figura 28. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Absorción (0.0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) del aditivo CHEMAYOLIC | Figura 31. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Succión (0.0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) del aditivo CHEMAYOLIC | Figura 34. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) (0.0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) del aditivo CHEMAYOLIC | Figura 37. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Resistencia a la Compresión (0.0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) del aditivo CHEMAYOLIC |
| Grupo Experimental 3              | 2.0    | Tabla 38. Resultados primarios del ensayo de Absorción 2.0 % de aditivo Sika-1 + CHEMAYOLIC. | Tabla 51. Resultados primarios del ensayo de Succión 2.0 % de aditivo Sika-1 + CHEMAYOLIC.                                 | Tabla 64. Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 2.0 % de aditivo Sika-1 + CHEMAYOLIC.    | Tabla 77. Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 2.0 % de aditivo Sika-1 + CHEMAYOLIC.                                      |  |

| Adobe Compactado | % de aditivo | Resultados del ensayo de  |   |  |   |
|------------------|--------------|---|---|--|---|
|                  |              | Absorción   | Succión   | Erosión Acelerada Swinburne (SAET)   | Resistencia a la Compresión   |
|                  | 2.5          | Tabla 39. Resultados primarios del ensayo de Absorción 2.5 % de aditivo Sika-1 + CHEMAYOLIC.  | Tabla 52. Resultados primarios del ensayo de Succión 2.5 % de aditivo Sika-1 + CHEMAYOLIC.  | Tabla 65. Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 2.5 % de aditivo Sika-1 + CHEMAYOLIC.  | Tabla 78. Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 2.5 % de aditivo Sika-1 + CHEMAYOLIC.  |
|                  | 3.0          | Tabla 40. Resultados primarios del ensayo de Absorción 3.0 % de aditivo Sika-1 + CHEMAYOLIC.  | Tabla 53. Resultados primarios del ensayo de Succión 3.0 % de aditivo Sika-1 + CHEMAYOLIC.  | Tabla 66. Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 3.0 % de aditivo Sika-1 + CHEMAYOLIC.  | Tabla 79. Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 3.0 % de aditivo Sika-1 + CHEMAYOLIC.  |
|                  | Cotejo       | Tabla 41. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Absorción (0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0%) de los aditivos Sika-1 + CHEMAYOLIC  | Tabla 54. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Succión (0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0%) de los aditivos Sika-1 + CHEMAYOLIC  | Tabla 67. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) (0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0%) de los aditivos Sika-1 + CHEMAYOLIC  | Tabla 80. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Resistencia a la Compresión (0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0%) de los aditivos Sika-1 + CHEMAYOLIC  |
|                  | Cotejo       | Figura 29. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Absorción (0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0%) de los aditivos Sika-1 + CHEMAYOLIC | Figura 32. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Succión (0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0%) de los aditivos Sika-1 + CHEMAYOLIC | Figura 35. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) (0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0%) de los aditivos Sika-1 + CHEMAYOLIC | Figura 38. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Resistencia a la Compresión (0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0%) de los aditivos Sika-1 + CHEMAYOLIC |

**Tabla 29. Resultados primarios del ensayo de Absorción 0 % de aditivo**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL                           |  |                         |                              |               |
|---|--|-------------------------|------------------------------|---------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA                            |  |                         |                              |               |
| ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |                         |                              |               |
| <b>RESPONSABLES:</b>                              | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez |                         |                              |               |
| <b>FECHA:</b>                                     | 03/03/2022   |                         |                              |               |
| <b>LUGAR:</b>                                     | LABORATORIO DE SUELOS                                    |                         |                              |               |
| <b>ADITIVO:</b>                                   | SIN PRESENCIA DE ADITIVO                                 |                         |                              |               |
| <b>ENSAYO:</b>                                    | <b>Absorción</b>   | <b>Adobe Compactado</b> |                              |               |
| Muestra   | Peso Seco (g.)   | Conserva su forma       | Peso saturado (g.)<br>24hrs. | Absorción (%) |
| 1   | 12941.50   | NO                      | 18126.00                     | 40.06%        |
| 2   | 13852.50   | NO                      | 18770.00                     | 35.50%        |
| 3   | 14796.00   | NO                      | 18720.00                     | 26.52%        |
| 4   | 13475.00   | NO                      | 18950.00                     | 40.63%        |
| 5   | 14167.50   | NO                      | 18840.50                     | 32.98%        |
| 6   | 14585.50   | NO                      | 19140.00                     | 31.23%        |
| <b>Promedio</b>                                   | <b>13969.67</b>  |                         |                              | <b>34.49%</b> |

Nota: g = gramo; Kg = Kilogramo; 1 Kg = 1000 g; % = porcentaje.

**Tabla 30. Resultados primarios del ensayo de Absorción 1.5 % de aditivo Sika-1.**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL                           |  |                   |                              |               |
|---|--|-------------------|------------------------------|---------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA                            |  |                   |                              |               |
| ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |                   |                              |               |
| <b>RESPONSABLES:</b>                              | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                                 |                   |                              |               |
| <b>FECHA:</b>                                     | 03/03/2022   |                   |                              |               |
| <b>LUGAR:</b>                                     | LABORATORIO DE SUELOS  |                   |                              |               |
| <b>ADITIVO:</b>                                   | Sika-1   |                   |                              |               |
| <b>ENSAYO:</b>                                    | <b>Absorción en Adobe Compactado con % de aditivo 1.5%<br/>equivalente en peso 300 g</b> |                   |                              |               |
| Muestra   | Peso Seco (g.)   | Conserva su forma | Peso saturado (g.)<br>24hrs. | Absorción (%) |
| 1   | 13246.50   | NO                | 17430.50                     | 31.59%        |
| 2   | 13981.00   | NO                | 17165.00                     | 22.77%        |
| 3   | 13971.50   | NO                | 17155.50                     | 22.79%        |
| 4   | 14349.00   | NO                | 18533.00                     | 29.16%        |
| 5   | 14384.50   | NO                | 18568.50                     | 29.09%        |
| 6   | 13991.50   | NO                | 18175.50                     | 29.90%        |
| <b>Promedio</b>                                   | <b>13987.33</b>  |                   | <b>17838.00</b>              | <b>27.55%</b> |

Nota: g = gramo; Kg = Kilogramo; 1 Kg = 1000 g; % = porcentaje.

**Tabla 31. Resultados primarios del ensayo de Absorción 2.0 % de aditivo Sika-1**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |   |                   |                              |               |
|--|---|-------------------|------------------------------|---------------|
| <b>RESPONSABLES:</b>   | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                                  |                   |                              |               |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022  |                   |                              |               |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS   |                   |                              |               |
| <b>ADITIVO:</b>  | Sika-1  |                   |                              |               |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>Absorción en Adobe Compactado con % de aditivo 2.0 %<br/>equivalente en peso 400 g</b> |                   |                              |               |
| Muestra  | Peso Seco (g.)  | Conserva su forma | Peso saturado (g.)<br>24hrs. | Absorción (%) |
| 1  | 13776.50  | NO                | 15819.50                     | 14.83%        |
| 2  | 13987.50  | NO                | 16830.50                     | 20.33%        |
| 3  | 13200.00  | NO                | 15742.00                     | 19.26%        |
| 4  | 13527.50  | NO                | 15650.00                     | 15.69%        |
| 5  | 13754.00  | NO                | 16996.00                     | 23.57%        |
| 6  | 13278.50  | NO                | 16320.00                     | 22.91%        |
| <b>Promedio</b>  | <b>13587.33</b>   |                   | <b>16226.33</b>              | <b>19.43%</b> |

Nota: g = gramo; Kg = Kilogramo; 1 Kg= 1000 g; % = porcentaje.

**Tabla 32. Resultados primarios del ensayo de Absorción 2.5 % de aditivo Sika-1.**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |                   |                              |               |
|--|--|-------------------|------------------------------|---------------|
| <b>RESPONSABLES:</b>   | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                                 |                   |                              |               |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022   |                   |                              |               |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS  |                   |                              |               |
| <b>ADITIVO:</b>  | Sika-1   |                   |                              |               |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>Absorción en Adobe Compactado con % de aditivo 2.5% equivalente<br/>en peso 500 g</b> |                   |                              |               |
| Muestra  | Peso Seco (g.)   | Conserva su forma | Peso saturado (g.)<br>24hrs. | Absorción (%) |
| 1  | 13651.00   | SI                | 14689.00                     | 7.60%         |
| 2  | 13359.00   | SI                | 15401.00                     | 15.29%        |
| 3  | 13121.50   | SI                | 15163.50                     | 15.56%        |
| 4  | 13452.50   | SI                | 15494.50                     | 15.18%        |
| 5  | 13624.50   | SI                | 15656.00                     | 14.91%        |
| 6  | 13704.00   | SI                | 15746.00                     | 14.90%        |
| <b>Promedio</b>  | <b>13485.42</b>  |                   | <b>15358.33</b>              | <b>13.91%</b> |

Nota: g = gramo; Kg = Kilogramo; 1 Kg = 1000 g; % = porcentaje.

**Tabla 33. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Absorción (0.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%) del aditivo Sika-1**

**ADOBE COMPACTADO CON PRESENCIA DE ADITIVO IMPERMEABLE SIK-1**

| % de aditivo | Equivalente en peso | Peso del adobe en gramos (g) | Absorción (%) | %       | Reducción |
|--------------|---------------------|------------------------------|---------------|---------|-----------|
| 0            | 000 g               | 13969.67                     | 34.49         | 100.00% | 0.00%     |
| 1.5%         | 300 g               | 13987.33                     | 27.55         | 79.88%  | 20.12%    |
| 2.0 %        | 400 g               | 13587.33                     | 19.43         | 56.34%  | 43.66%    |
| 2.5%         | 500 g               | 13485.42                     | 13.91         | 40.33%  | 59.67%    |

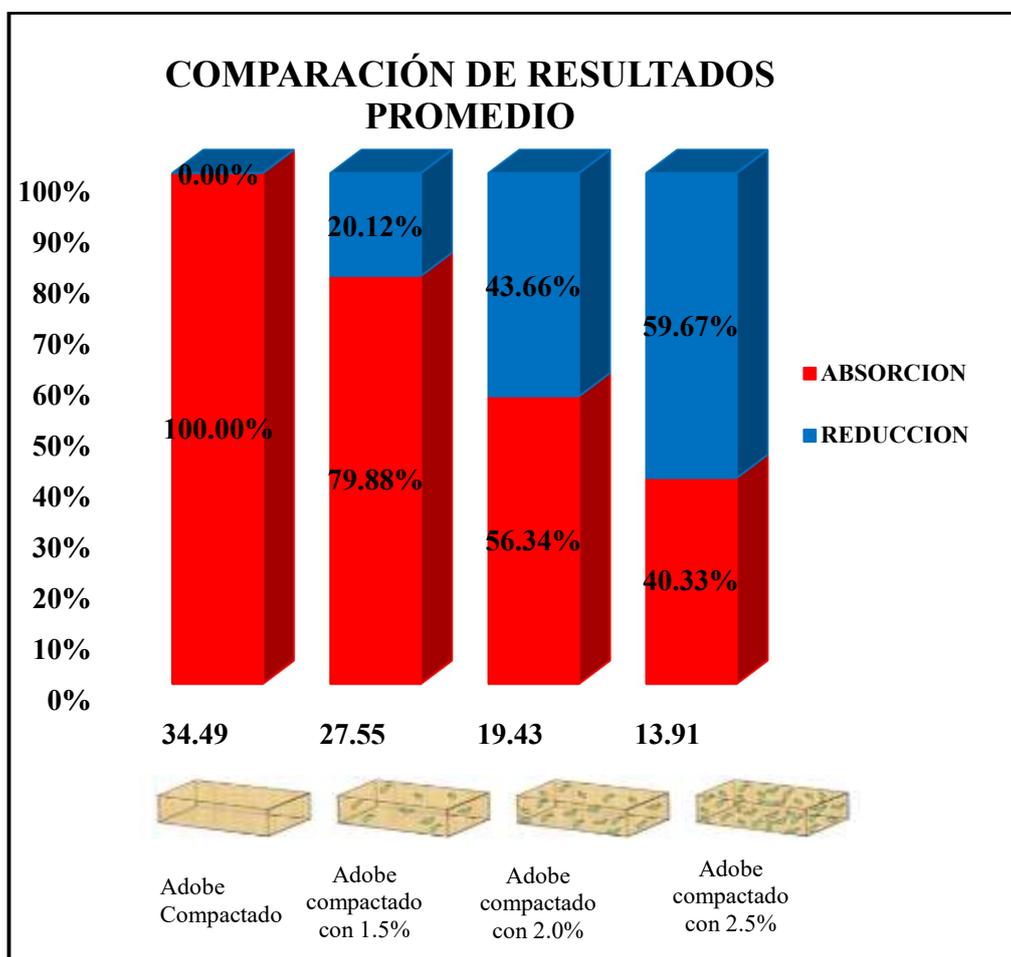


Figura 27. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Absorción (0.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%) del aditivo Sika-1

**Tabla 34. Resultados primarios del ensayo de Absorción 1.5 % de aditivo Chemayolic**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |  |                           |               |
|--|--|--|---------------------------|---------------|
| <b>RESPONSABLES:</b>   |  | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez |                           |               |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022   |  |                           |               |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS  |  |                           |               |
| <b>ADITIVO:</b>  | CHEMAYOLIC   |  |                           |               |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>Absorción en Adobe Compactado con % de aditivo 1.5% equivalente en peso 300 g</b> |  |                           |               |
| Muestra  | Peso Seco (g.)   | Conserva su forma  | Peso saturado (g.) 24hrs. | Absorción (%) |
| 1  | 12941.50   | SI   | 13526.50                  | 4.52%         |
| 2  | 13852.50   | SI   | 15894.50                  | 14.74%        |
| 3  | 14796.00   | SI   | 16838.00                  | 13.80%        |
| 4  | 13475.00   | SI   | 15517.00                  | 15.15%        |
| 5  | 14167.50   | SI   | 14626.00                  | 3.24%         |
| 6  | 14585.50   | SI   | 16627.50                  | 14.00%        |
| <b>Promedio</b>  | <b>13969.67</b>  |  | <b>15504.92</b>           | <b>10.91%</b> |

Nota: g = gramo; Kg = Kilogramo; 1 Kg = 1000 g; % = porcentaje.

**Tabla 35. Resultados primarios del ensayo de Absorción 2.0 % de aditivo Chemayolic**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |  |                           |               |
|--|--|--|---------------------------|---------------|
| <b>RESPONSABLES:</b>   |  | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez |                           |               |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022   |  |                           |               |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS  |  |                           |               |
| <b>ADITIVO:</b>  | CHEMAYOLIC   |  |                           |               |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>Absorción en Adobe Compactado con % de aditivo 3.0% equivalente en peso 600 g</b> |  |                           |               |
| Muestra  | Peso Seco (g.)   | Conserva su forma  | Peso saturado (g.) 24hrs. | Absorción (%) |
| 1  | 12400.00   | SI   | 15518.00                  | 25.15%        |
| 2  | 12499.00   | SI   | 14541.00                  | 16.34%        |
| 3  | 13174.50   | SI   | 15216.50                  | 15.50%        |
| 4  | 13327.50   | SI   | 15369.50                  | 15.32%        |
| 5  | 14017.00   | SI   | 16200.00                  | 15.57%        |
| 6  | 13864.50   | SI   | 16550.00                  | 19.37%        |
| <b>Promedio</b>  | <b>13213.75</b>  |  | <b>15565.83</b>           | <b>17.87%</b> |

Nota: g = gramo; Kg = Kilogramo; 1 Kg = 1000 g; % = porcentaje.

**Tabla 36. Resultados primarios del ensayo de Absorción 2.5 % de aditivo Chemayolic**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |  |                           |               |
|--|--|--|---------------------------|---------------|
| <b>RESPONSABLES:</b>   |  | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez |                           |               |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022   |  |                           |               |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS  |  |                           |               |
| <b>ADITIVO:</b>  | CHEMAYOLIC   |  |                           |               |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>Absorción en Adobe Compactado con % de aditivo 4.5% equivalente en peso 900 g</b> |  |                           |               |
| Muestra  | Peso Seco (g.)   | Conserva su forma  | Peso saturado (g.) 24hrs. | Absorción (%) |
| 1  | 13170.00   | SI   | 14800.00                  | 12.38%        |
| 2  | 14124.00   | SI   | 16066.00                  | 13.75%        |
| 3  | 13252.50   | SI   | 15294.50                  | 15.41%        |
| 4  | 14165.00   | SI   | 16107.00                  | 13.71%        |
| 5  | 13542.50   | SI   | 15584.50                  | 15.08%        |
| 6  | 13764.50   | SI   | 15506.50                  | 12.66%        |
| <b>Promedio</b>  | <b>13669.75</b>  |  | <b>15559.75</b>           | <b>13.83%</b> |

Nota: g = gramo; Kg = Kilogramo; 1 Kg = 1000 g; % = porcentaje.

**Tabla 37. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Absorción (0.0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) del aditivo Chemayolic**

| ADOBE COMPACTADO CON PRESENCIA DE ADITIVO<br>IMPERMEABLE CHEMAYOLIC |                     |                              |               |         |           |
|---|---------------------|------------------------------|---------------|---------|-----------|
| % de aditivo  | equivalente en peso | Peso del adobe en gramos (g) | Absorción (%) | %       | Reducción |
| 0   | 000 g               | 13969.67                     | 34.49         | 100.00% | 0.00%     |
| 1.5%  | 300 g               | 13969.67                     | 10.91         | 31.63%  | 68.37%    |
| 3.0%  | 600 g               | 13213.75                     | 17.87         | 51.83%  | 48.17%    |
| 4.5%  | 900 g               | 13669.75                     | 13.83         | 40.10%  | 59.90%    |

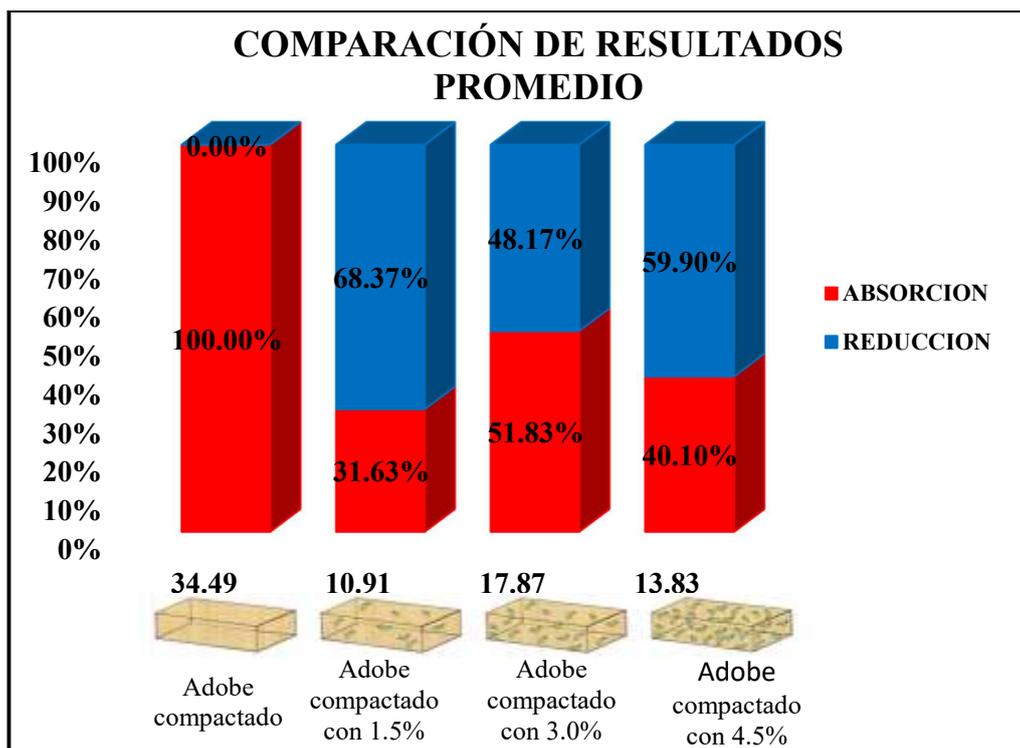


Figura 28. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Succión (0.0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) del aditivo CHEMAYOLIC

**Tabla 38. Resultados primarios del ensayo de Absorción 2.0 % de aditivo Sika-1 + Chemayolic**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |  |                           |               |
|--|--|--|---------------------------|---------------|
| <b>RESPONSABLES:</b>   |  | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez |                           |               |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022   |  |                           |               |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS  |  |                           |               |
| <b>ADITIVO:</b>  | Sika-1 + CHEMAYOLIC  |  |                           |               |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>Absorción en Adobe Compactado con % de aditivo 2.0% equivalente en peso 400 g</b> |  |                           |               |
| Muestra  | Peso Seco (g.)   | Conserva su forma  | Peso saturado (g.) 24hrs. | Absorción (%) |
| 1  | 13891.00   | SI   | 15933.00                  | 14.70%        |
| 2  | 14023.50   | SI   | 16240.50                  | 15.81%        |
| 3  | 13987.00   | SI   | 16029.00                  | 14.60%        |
| 4  | 14124.50   | SI   | 16166.00                  | 14.45%        |
| 5  | 14207.00   | SI   | 16249.00                  | 14.37%        |
| 6  | 14342.50   | SI   | 16366.50                  | 14.11%        |
| <b>Promedio</b>  | <b>14095.92</b>  |  | <b>16164.00</b>           | <b>14.67%</b> |

Nota: g = gramo; Kg = Kilogramo; 1 Kg = 1000 g; % = porcentaje.

**Tabla 39. Resultados primarios del ensayo de Absorción 2.5 % de aditivo Sika-1 + Chemayolic**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |   |  |                           |               |
|--|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>RESPONSABLES:</b>   |   | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez |                           |               |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022  |  |                           |               |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS   |  |                           |               |
| <b>ADITIVO:</b>  | Sika-1 + CHEMAYOLIC   |  |                           |               |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>Absorción en Adobe Compactado con % de aditivo 2.5 % equivalente en peso 500 g</b> |  |                           |               |
| Muestra  | Peso Seco (g.)  | Conserva su forma  | Peso saturado (g.) 24hrs. | Absorción (%) |
| 1  | 13987.50  | SI   | 16029.50                  | 14.60%        |
| 2  | 12174.00  | SI   | 13093.00                  | 7.55%         |
| 3  | 14875.50  | SI   | 16917.50                  | 13.73%        |
| 4  | 14901.50  | SI   | 16943.50                  | 13.70%        |
| 5  | 13991.00  | SI   | 16033.00                  | 14.60%        |
| 6  | 14579.50  | SI   | 16621.50                  | 14.01%        |
| <b>Promedio</b>  | <b>14084.83</b>   |  | <b>15939.67</b>           | <b>13.03%</b> |

Nota: g = gramo; Kg = Kilogramo; 1 Kg = 1000 g; % = porcentaje.

**Tabla 40. Resultados primarios del ensayo de Absorción 3.0 % de aditivo Sika-1 + Chemayolic**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |   |  |                           |               |
|--|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>RESPONSABLES:</b>   |   | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez |                           |               |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022  |  |                           |               |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS   |  |                           |               |
| <b>ADITIVO:</b>  | Sika-1 + CHEMAYOLIC   |  |                           |               |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>Absorción en Adobe Compactado con % de aditivo, 3.0% equivalente en peso 600 g</b> |  |                           |               |
| Muestra  | Peso Seco (g.)  | Conserva su forma  | Peso saturado (g.) 24hrs. | Absorción (%) |
| 1  | 13847.50  | SI   | 15889.50                  | 14.75%        |
| 2  | 14384.00  | SI   | 16426.00                  | 14.20%        |
| 3  | 13587.00  | SI   | 15409.50                  | 13.41%        |
| 4  | 14689.50  | SI   | 16731.50                  | 13.90%        |
| 5  | 14726.50  | SI   | 16768.00                  | 13.86%        |
| 6  | 13989.00  | SI   | 16031.00                  | 14.60%        |
| <b>Promedio</b>  | <b>14203.92</b>   |  | <b>16209.25</b>           | <b>14.12%</b> |

Nota: g = gramo; Kg = Kilogramo; 1 Kg=1000 g; % = porcentaje.

**Tabla 41. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Absorción (0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0%) de los aditivos Sika-1 + Chemayolic**

| <b>ADOBE COMPACTADO CON PRESENCIA DE ADITIVO IMPERMEABLE SIKA-1 + CHEMAYOLIC</b> |                     |                              |               |         |           |
|--|---------------------|------------------------------|---------------|---------|-----------|
| % de aditivo   | equivalente en peso | Peso del adobe en gramos (g) | Absorción (%) | %       | Reducción |
| 0  | 000 g               | 13969.67                     | 34.49         | 100.00% | 0.00%     |
| 2.0%   | 400 g               | 14095.92                     | 14.67         | 42.55%  | 57.45%    |
| 2.5 %  | 500 g               | 14084.83                     | 13.03         | 37.78%  | 62.22%    |
| 3.0%   | 600 g               | 14203.92                     | 14.12         | 40.94%  | 59.06%    |

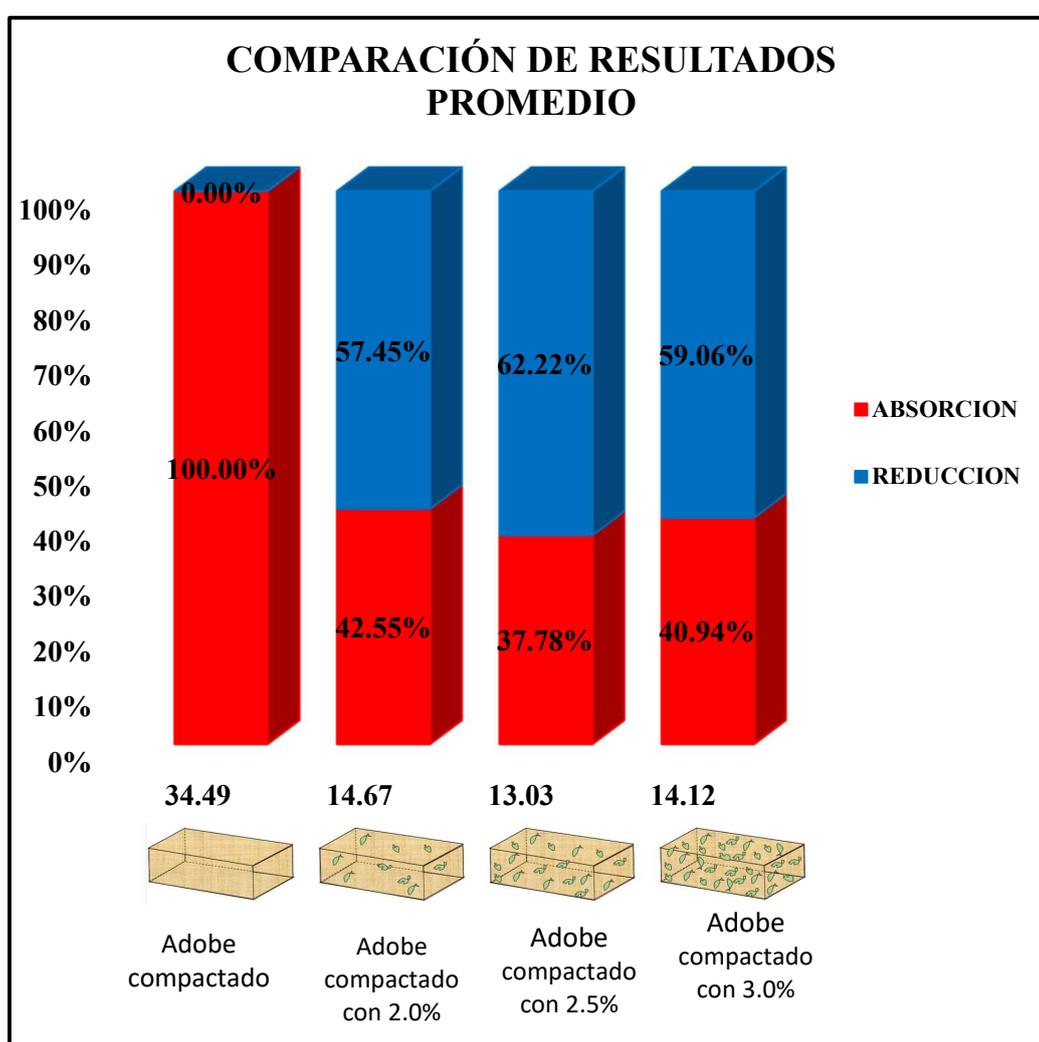


Figura 29. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Absorción (0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0%) de los aditivos Sika-1 + CHEMAYOLIC

**Tabla 42. Resultados primarios del ensayo de Succión 0 % de aditivo**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |               |   |            |                         |                         |                              |                                       |
|--|---------------|---|------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| <b>RESPONSABLES:</b>   |               | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                  |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>FECHA:</b>  |               | 03/03/2022  |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>LUGAR:</b>  |               | LABORATORIO DE SUELOS   |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>ADITIVO:</b>  |               | SIN PRESENCIA DE ADITIVO  |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>ENSAYO:</b>   |               | <b>SUCCIÓN</b> <span style="float: right;"><b>Adobe Compactado</b></span> |            |                         |                         |                              |                                       |
| Muestra  | Peso seco (g) | Largo (cm)  | Ancho (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tiempo de succión (min) | Peso del agua succionada (g) | Succión (gr./min/200cm <sup>2</sup> ) |
| 1  | 13516.50      | 38.30   | 18.90      | 723.87                  | 1.00                    | 13552.96                     | 10.07                                 |
| 2  | 13602.00      | 38.60   | 18.90      | 729.54                  | 1.00                    | 13638.46                     | 10.00                                 |
| 3  | 13721.50      | 38.00   | 18.50      | 703.00                  | 1.00                    | 13757.96                     | 10.37                                 |
| 4  | 13768.00      | 38.30   | 18.50      | 708.55                  | 1.00                    | 13804.46                     | 10.29                                 |
| 5  | 13911.50      | 38.20   | 18.50      | 706.70                  | 1.00                    | 13947.96                     | 10.32                                 |
| 6  | 13987.00      | 38.80   | 18.70      | 725.56                  | 1.00                    | 14023.46                     | 10.05                                 |
| Promedio   | 13751.08      | 38.37   | 18.67      |                         | 1.00                    | 13787.54                     | <b>10.18</b>                          |

Nota: g = gramo; Kg = Kilogramo; 1 Kg = 1000 g; min = minutos; cm = centímetros, cm<sup>2</sup> = centímetros al cuadrado; % = porcentaje.

**Tabla 43. Resultados primarios del ensayo de Succión 1.5 % de aditivo Sika-1**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |               |  |            |                         |                         |                              |                                       |
|--|---------------|--|------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| <b>RESPONSABLES:</b>   |               | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                           |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>FECHA:</b>  |               | 03/03/2022   |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>LUGAR:</b>  |               | LABORATORIO DE SUELOS  |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>ADITIVO:</b>  |               | Sika-1   |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>ENSAYO:</b>   |               | <b>SUCCIÓN en Adobe Compactado con % de aditivo 1.5% equivalente en peso 300 g</b> |            |                         |                         |                              |                                       |
| Muestra  | Peso seco (g) | Largo (cm)   | Ancho (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tiempo de succión (min) | Peso del agua succionada (g) | Succión (gr./min/200cm <sup>2</sup> ) |
| 1  | 13011.50      | 38.30  | 18.90      | 723.87                  | 1.00                    | 13046.50                     | 9.67                                  |
| 2  | 13056.00      | 38.60  | 18.90      | 729.54                  | 1.00                    | 13091.00                     | 9.60                                  |
| 3  | 13101.50      | 38.00  | 18.50      | 703.00                  | 1.00                    | 13136.50                     | 9.96                                  |
| 4  | 13146.00      | 38.30  | 18.50      | 708.55                  | 1.00                    | 13181.00                     | 9.88                                  |
| 5  | 13191.50      | 38.20  | 18.50      | 706.70                  | 1.00                    | 13226.50                     | 9.91                                  |
| 6  | 13201.00      | 38.80  | 18.70      | 725.56                  | 1.00                    | 13236.00                     | 9.65                                  |
| Promedio   | 13117.92      | 38.37  | 18.67      | 716.20                  | 1.00                    | 13152.92                     | <b>9.78</b>                           |

Nota: g = gramo; Kg = Kilogramo; 1 Kg = 1000 g; min = minutos; cm = centímetros, cm<sup>2</sup> = centímetros al cuadrado; % = porcentaje.

**Tabla 44. Resultados primarios del ensayo de Succión 2.0 % de aditivo Sika-1.**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |            |            |                         |                         |                              |                                       |
|--|--|------------|------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| <b>RESPONSABLES:</b>   | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                           |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022   |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS  |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>ADITIVO:</b>  | Sika-1   |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>SUCCIÓN en Adobe Compactado con % de aditivo 2.0% equivalente en peso 400 g</b> |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| Muestra  | Peso seco (g)  | Largo (cm) | Ancho (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tiempo de succión (min) | Peso del agua succionada (g) | Succión (gr./min/200cm <sup>2</sup> ) |
| 1  | 12662.00   | 38.20      | 18.70      | 714.34                  | 1.00                    | 12689.00                     | 7.56                                  |
| 2  | 12707.00   | 38.70      | 18.30      | 708.21                  | 1.00                    | 12734.00                     | 7.62                                  |
| 3  | 13845.50   | 38.10      | 18.00      | 685.80                  | 1.00                    | 13872.50                     | 7.87                                  |
| 4  | 13894.00   | 38.30      | 18.80      | 720.04                  | 1.00                    | 13921.00                     | 7.50                                  |
| 5  | 13935.50   | 38.00      | 18.40      | 699.20                  | 1.00                    | 13962.50                     | 7.72                                  |
| 6  | 13984.00   | 38.50      | 18.90      | 727.65                  | 1.00                    | 14011.00                     | 7.42                                  |
| Promedio   | 13504.67   | 38.30      | 18.52      | 709.21                  | 1.00                    | 13531.67                     | <b>7.62</b>                           |

Nota: g = gramo; Kg = Kilogramo; 1 Kg = 1000 g; min = minutos; cm = centímetros, cm<sup>2</sup> = centímetros al cuadrado; % = porcentaje.

**Tabla 45. Resultados primarios del ensayo de Succión 2.5 % de aditivo Sika-1.**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |            |            |                         |                         |                              |                                       |
|--|--|------------|------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| <b>RESPONSABLES:</b>   | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                           |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022   |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS  |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>ADITIVO:</b>  | Sika-1   |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>SUCCIÓN en Adobe Compactado con % de aditivo 2.5% equivalente en peso 500 g</b> |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| Muestra  | Peso seco (g)  | Largo (cm) | Ancho (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tiempo de succión (min) | Peso del agua succionada (g) | Succión (gr./min/200cm <sup>2</sup> ) |
| 1  | 13057.00   | 38.10      | 18.40      | 701.04                  | 1.00                    | 13077.00                     | 5.71                                  |
| 2  | 13127.50   | 38.80      | 18.50      | 717.80                  | 1.00                    | 13147.50                     | 5.57                                  |
| 3  | 13242.00   | 38.10      | 18.50      | 704.85                  | 1.00                    | 13262.00                     | 5.67                                  |
| 4  | 13501.50   | 38.00      | 18.30      | 695.40                  | 1.00                    | 13521.50                     | 5.75                                  |
| 5  | 13774.00   | 38.60      | 18.70      | 721.82                  | 1.00                    | 13794.00                     | 5.54                                  |
| 6  | 13890.50   | 38.30      | 18.80      | 720.04                  | 1.00                    | 13910.50                     | 5.56                                  |
| Promedio   | 13432.08   | 38.32      | 18.53      | 710.16                  | 1.00                    | 13452.08                     | <b>5.63</b>                           |

Nota: g = gramo; Kg = Kilogramo; 1 Kg=1000 g; min = minutos; cm = centímetros, cm<sup>2</sup> = centímetros al cuadrado; % = porcentaje.

**Tabla 46. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Succión (0.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%) del aditivo Sika-1**

**ADOBE COMPACTADO CON PRESENCIA DE ADITIVO IMPERMEABLE SIKA-1**

| % de aditivo | equivalente en peso | Peso del adobe en gramos (g) | Succión (%) | Equivalente % | Reducción % |
|--------------|---------------------|------------------------------|-------------|---------------|-------------|
| 0.0%         | 000 g               | 13751.08                     | 10.18       | 100.00%       | 0.00%       |
| 1.5%         | 300 g               | 13117.92                     | 9.78        | 96.00%        | 4.00%       |
| 2.0%         | 400 g               | 13504.67                     | 7.62        | 74.80%        | 25.20%      |
| 2.5%         | 500 g               | 13432.08                     | 5.63        | 55.32%        | 44.68%      |

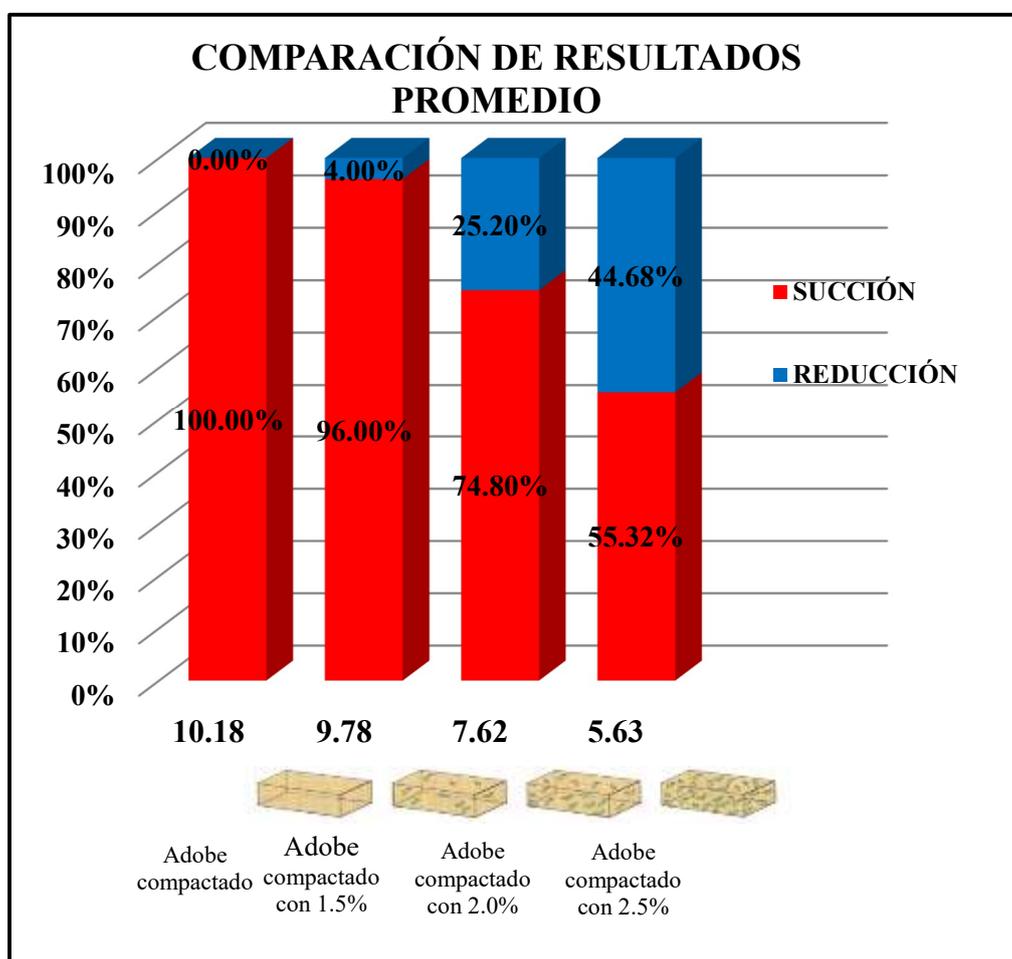


Figura 30. Comparación de resultados promedio de los ensayos de (0.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%) del aditivo Sika-1

**Tabla 47. Resultados primarios del ensayo de Succión 1.5 % de aditivo Chemayolic**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |            |            |                         |                         |                              |                                       |
|--|--|------------|------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| <b>RESPONSABLES:</b>   | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani<br>Martínez                            |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022   |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS  |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>ADITIVO:</b>  | CHEMAYOLIC   |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>SUCCIÓN en Adobe Compactado con % de aditivo 1.5%<br/>equivalente en peso 300 g</b> |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| Muestra  | Peso seco (g)  | Largo (cm) | Ancho (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tiempo de succión (min) | Peso del agua succionada (g) | Succión (gr./min/200cm <sup>2</sup> ) |
| 1  | 12919.00   | 38.30      | 18.90      | 723.87                  | 1.00                    | 12932.10                     | 3.62                                  |
| 2  | 13348.00   | 38.60      | 18.90      | 729.54                  | 1.00                    | 13361.10                     | 3.59                                  |
| 3  | 13482.50   | 38.00      | 18.50      | 703.00                  | 1.00                    | 13495.60                     | 3.73                                  |
| 4  | 13607.50   | 38.30      | 18.50      | 708.55                  | 1.00                    | 13620.60                     | 3.70                                  |
| 5  | 13724.00   | 38.20      | 18.50      | 706.70                  | 1.00                    | 13737.10                     | 3.71                                  |
| 6  | 13904.50   | 38.80      | 18.70      | 725.56                  | 1.00                    | 13917.60                     | 3.61                                  |
| Promedio   | 13497.58   | 38.37      | 18.67      | 716.20                  | 1.00                    | 13510.68                     | <b>3.66</b>                           |

Nota: g=gramo; Kg=Kilogramo; 1 Kg=1000 g; min=minutos; cm=centímetros, cm<sup>2</sup>= centímetros al cuadrado; %=porcentaje

**Tabla 48. Resultados primarios del ensayo de Succión 3 % de aditivo Chemayolic**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |            |            |                         |                         |                              |                                       |
|--|--|------------|------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| <b>RESPONSABLES:</b>   | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                               |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022   |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS  |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>ADITIVO:</b>  | CHEMAYOLIC   |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>SUCCIÓN en Adobe Compactado con % de aditivo 3.0%<br/>equivalente en peso 600 g</b> |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| Muestra  | Peso seco (g)  | Largo (cm) | Ancho (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tiempo de succión (min) | Peso del agua succionada (g) | Succión (gr./min/200cm <sup>2</sup> ) |
| 1  | 13631.50   | 38.20      | 18.70      | 714.34                  | 1.00                    | 13649.50                     | 5.04                                  |
| 2  | 13654.00   | 38.70      | 18.30      | 708.21                  | 1.00                    | 13672.00                     | 5.08                                  |
| 3  | 13667.00   | 38.10      | 18.00      | 685.80                  | 1.00                    | 13685.00                     | 5.25                                  |
| 4  | 13674.50   | 38.30      | 18.80      | 720.04                  | 1.00                    | 13692.50                     | 5.00                                  |
| 5  | 13692.50   | 38.00      | 18.40      | 699.20                  | 1.00                    | 13710.50                     | 5.15                                  |
| 6  | 13704.50   | 38.50      | 18.90      | 727.65                  | 1.00                    | 13722.50                     | 4.95                                  |
| Promedio   | 13670.67   | 38.30      | 18.52      | 709.21                  | 1.00                    | 13688.67                     | <b>5.08</b>                           |

Nota: g = gramo; Kg = Kilogramo; 1 Kg = 1000 g; min = minutos; cm = centímetros, cm<sup>2</sup> = centímetros al cuadrado; % = porcentaje.

**Tabla 49. Resultados primarios del ensayo de Succión 4.5 % de aditivo Chemayolic**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |              |              |                         |                         |                              |                                       |
|--|--|--------------|--------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| <b>RESPONSABLES:</b>   | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                           |              |              |                         |                         |                              |                                       |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022   |              |              |                         |                         |                              |                                       |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS  |              |              |                         |                         |                              |                                       |
| <b>ADITIVO:</b>  | CHEMAYOLIC   |              |              |                         |                         |                              |                                       |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>SUCCIÓN en Adobe Compactado con % de aditivo 4.5% equivalente en peso 900 g</b> |              |              |                         |                         |                              |                                       |
| Muestra  | Peso seco (g)  | Largo (cm)   | Ancho (cm)   | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tiempo de succión (min) | Peso del agua succionada (g) | Succión (gr./min/200cm <sup>2</sup> ) |
| 1  | 16018.00   | 38.10        | 18.40        | 701.04                  | 1.00                    | 16030.50                     | 3.57                                  |
| 2  | 16087.50   | 38.80        | 18.50        | 717.80                  | 1.00                    | 16100.00                     | 3.48                                  |
| 3  | 16130.50   | 38.10        | 18.50        | 704.85                  | 1.00                    | 16143.00                     | 3.55                                  |
| 4  | 16154.00   | 38.00        | 18.30        | 695.40                  | 1.00                    | 16166.50                     | 3.60                                  |
| 5  | 16201.00   | 38.60        | 18.70        | 721.82                  | 1.00                    | 16213.50                     | 3.46                                  |
| 6  | 16237.50   | 38.30        | 18.80        | 720.04                  | 1.00                    | 16250.00                     | 3.47                                  |
| <b>Promedio</b>  | <b>16138.08</b>  | <b>38.32</b> | <b>18.53</b> | <b>710.16</b>           | <b>1.00</b>             | <b>16150.58</b>              | <b>3.52</b>                           |

Nota: g = gramo; Kg = Kilogramo; 1 Kg = 1000 g; min = minutos; cm = centímetros; cm<sup>2</sup> = centímetros al cuadrado; % = porcentaje.

**Tabla 50. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Succión (0.0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) del aditivo Chemayolic**

| ADOBE COMPACTADO CON PRESENCIA DE ADITIVO<br>IMPERMEABLE CHEMAYOLIC |                     |                              |             |         |           |
|---|---------------------|------------------------------|-------------|---------|-----------|
| % de aditivo  | equivalente en peso | Peso del adobe en gramos (g) | Succión (%) | %       | Reducción |
| 0.0%  | 000 g               | 13751.08                     | 10.18       | 100.00% | 0.00%     |
| 1.5%  | 300 g               | 13497.58                     | 3.66        | 35.93%  | 64.07%    |
| 3.0%  | 600 g               | 13670.67                     | 5.08        | 49.86%  | 50.14%    |
| 4.5%  | 900 g               | 16138.08                     | 3.52        | 34.58%  | 65.42%    |

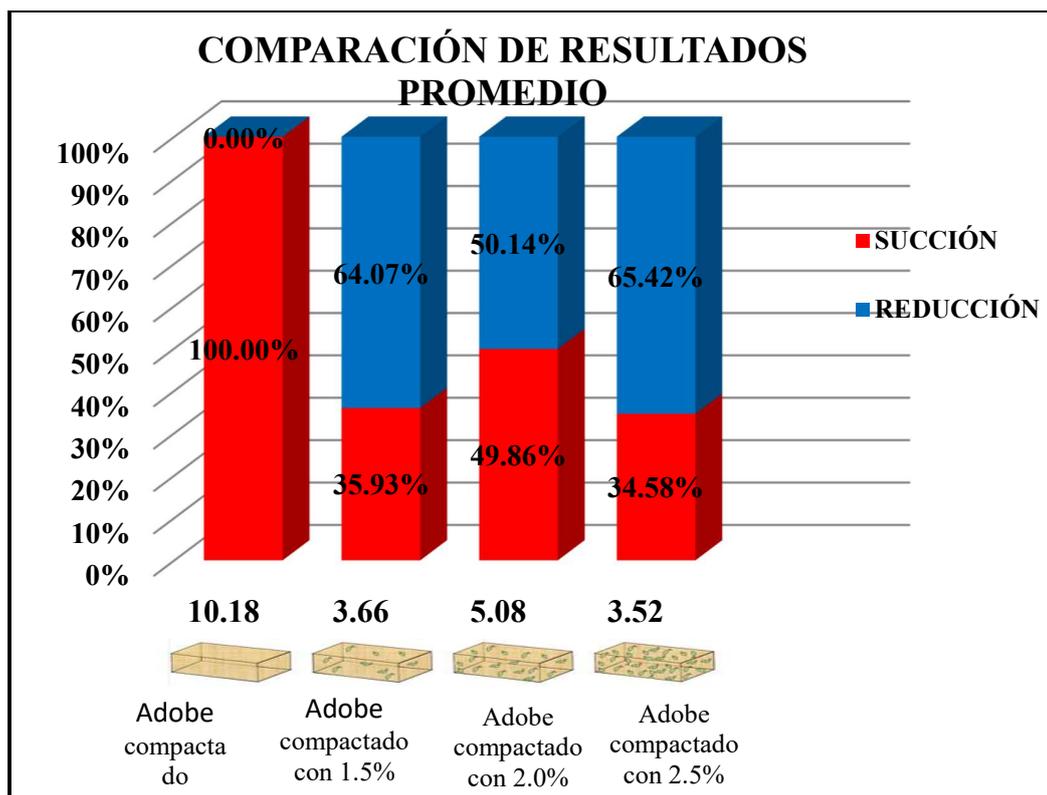


Figura 31. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Succión (0.0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) del aditivo CHEMAYOLIC

**Tabla 51. Resultados primarios del ensayo de Succión 2.0 % de aditivo Sika-1 + Chemayolic**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |               |  |            |                         |                         |                              |                                       |
|--|---------------|--|------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| <b>RESPONSABLES:</b>   |               | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                           |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>FECHA:</b>  |               | 03/03/2022   |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>LUGAR:</b>  |               | LABORATORIO DE SUELOS  |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>ADITIVO:</b>  |               | Sika-1 + CHEMAYOLIC  |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>ENSAYO:</b>   |               | <b>SUCCIÓN en Adobe Compactado con % de aditivo 2.0% equivalente en peso 400 g</b> |            |                         |                         |                              |                                       |
| Muestra  | Peso seco (g) | Largo (cm)   | Ancho (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tiempo de succión (min) | Peso del agua succionada (g) | Succión (gr./min/200cm <sup>2</sup> ) |
| 1  | 13299.00      | 38.30  | 18.90      | 723.87                  | 1.00                    | 13313.00                     | 3.87                                  |
| 2  | 13321.00      | 38.60  | 18.90      | 729.54                  | 1.00                    | 13335.00                     | 3.84                                  |
| 3  | 13558.50      | 38.00  | 18.50      | 703.00                  | 1.00                    | 13572.50                     | 3.98                                  |
| 4  | 13724.50      | 38.30  | 18.50      | 708.55                  | 1.00                    | 13738.50                     | 3.95                                  |
| 5  | 13817.00      | 38.20  | 18.50      | 706.70                  | 1.00                    | 13831.00                     | 3.96                                  |
| 6  | 13992.50      | 38.80  | 18.70      | 725.56                  | 1.00                    | 14006.50                     | 3.86                                  |
| Promedio   | 13618.75      | 38.37  | 18.67      | 716.20                  | 1.00                    | 13632.75                     | <b>3.91</b>                           |

Nota: g = gramo; Kg = Kilogramo; 1 Kg =1000 g; min = minutos; cm = centímetros; cm<sup>2</sup> = centímetros al cuadrado; % = porcentaje.

**Tabla 52. Resultados primarios del ensayo de Succión 2.5 % de aditivo Sika-1 + Chemayolic**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |            |            |                         |                         |                              |                                       |
|--|--|------------|------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| <b>RESPONSABLES:</b>   | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                           |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022   |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS  |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>ADITIVO:</b>  | Sika-1 + CHEMAYOLIC  |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>SUCCIÓN en Adobe Compactado con % de aditivo 2.5% equivalente en peso 500 g</b> |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| Muestra  | Peso seco (g)  | Largo (cm) | Ancho (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tiempo de succión (min) | Peso del agua succionada (g) | Succión (gr./min/200cm <sup>2</sup> ) |
| 1  | 13098.00   | 38.20      | 18.70      | 714.34                  | 1.00                    | 13110.00                     | 3.36                                  |
| 2  | 13157.50   | 38.70      | 18.30      | 708.21                  | 1.00                    | 13169.50                     | 3.39                                  |
| 3  | 13283.00   | 38.10      | 18.00      | 685.80                  | 1.00                    | 13295.00                     | 3.50                                  |
| 4  | 13348.50   | 38.30      | 18.80      | 720.04                  | 1.00                    | 13360.50                     | 3.33                                  |
| 5  | 13468.00   | 38.00      | 18.40      | 699.20                  | 1.00                    | 13480.00                     | 3.43                                  |
| 6  | 13581.50   | 38.50      | 18.90      | 727.65                  | 1.00                    | 13593.50                     | 3.30                                  |
| Promedio   | 13322.75   | 38.30      | 18.52      | 709.21                  | 1.00                    | 13334.75                     | <b>3.39</b>                           |

Nota: g = gramo; Kg = Kilogramo; 1 Kg = 1000 g; min = minutos; cm = centímetros, cm<sup>2</sup> = centímetros al cuadrado; % = porcentaje.

**Tabla 53. Resultados primarios del ensayo de Succión 3.0 % de aditivo Sika-1 + Chemayolic**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |            |            |                         |                         |                              |                                       |
|--|--|------------|------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| <b>RESPONSABLES:</b>   | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                           |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022   |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS  |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>ADITIVO:</b>  | Sika-1 + CHEMAYOLIC  |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>SUCCIÓN en Adobe Compactado con % de aditivo 3.0% equivalente en peso 600 g</b> |            |            |                         |                         |                              |                                       |
| Muestra  | Peso seco (g)  | Largo (cm) | Ancho (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tiempo de succión (min) | Peso del agua succionada (g) | Succión (gr./min/200cm <sup>2</sup> ) |
| 1  | 14037.50   | 38.10      | 18.40      | 701.04                  | 1.00                    | 14050.00                     | 3.57                                  |
| 2  | 13752.00   | 38.80      | 18.50      | 717.80                  | 1.00                    | 13764.50                     | 3.48                                  |
| 3  | 15170.50   | 38.10      | 18.50      | 704.85                  | 1.00                    | 15183.00                     | 3.55                                  |
| 4  | 15825.00   | 38.00      | 18.30      | 695.40                  | 1.00                    | 15837.50                     | 3.60                                  |
| 5  | 16023.50   | 38.60      | 18.70      | 721.82                  | 1.00                    | 16036.00                     | 3.46                                  |
| 6  | 17247.00   | 38.30      | 18.80      | 720.04                  | 1.00                    | 17259.50                     | 3.47                                  |
| Promedio   | 15342.58   | 38.32      | 18.53      | 710.16                  | 1.00                    | 15355.08                     | <b>3.52</b>                           |

Nota: g = gramo; Kg = Kilogramo; 1 Kg = 1000 g; min = minutos; cm = centímetros, cm<sup>2</sup> = centímetros al cuadrado; % = porcentaje.

**Tabla 54. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Succión (0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0%) de los aditivos sika-1 + Chemayolic**

| <b>Adobe Compactado Con presencia de aditivo impermeable Sika-1 + CHEMAYOLIC</b> |                     |                              |             |         |           |
|--|---------------------|------------------------------|-------------|---------|-----------|
| % de aditivo   | equivalente en peso | Peso del adobe en gramos (g) | Succión (%) | %       | Reducción |
| 0.0%   | 000 g               | 13751.08                     | 10.18       | 100.00% | 0.00%     |
| 2.0%   | 400 g               | 13618.75                     | 3.91        | 38.40%  | 61.60%    |
| 2.5%   | 500 g               | 13322.75                     | 3.39        | 33.24%  | 66.76%    |
| 3.0%   | 600 g               | 15342.58                     | 3.52        | 34.58%  | 65.42%    |

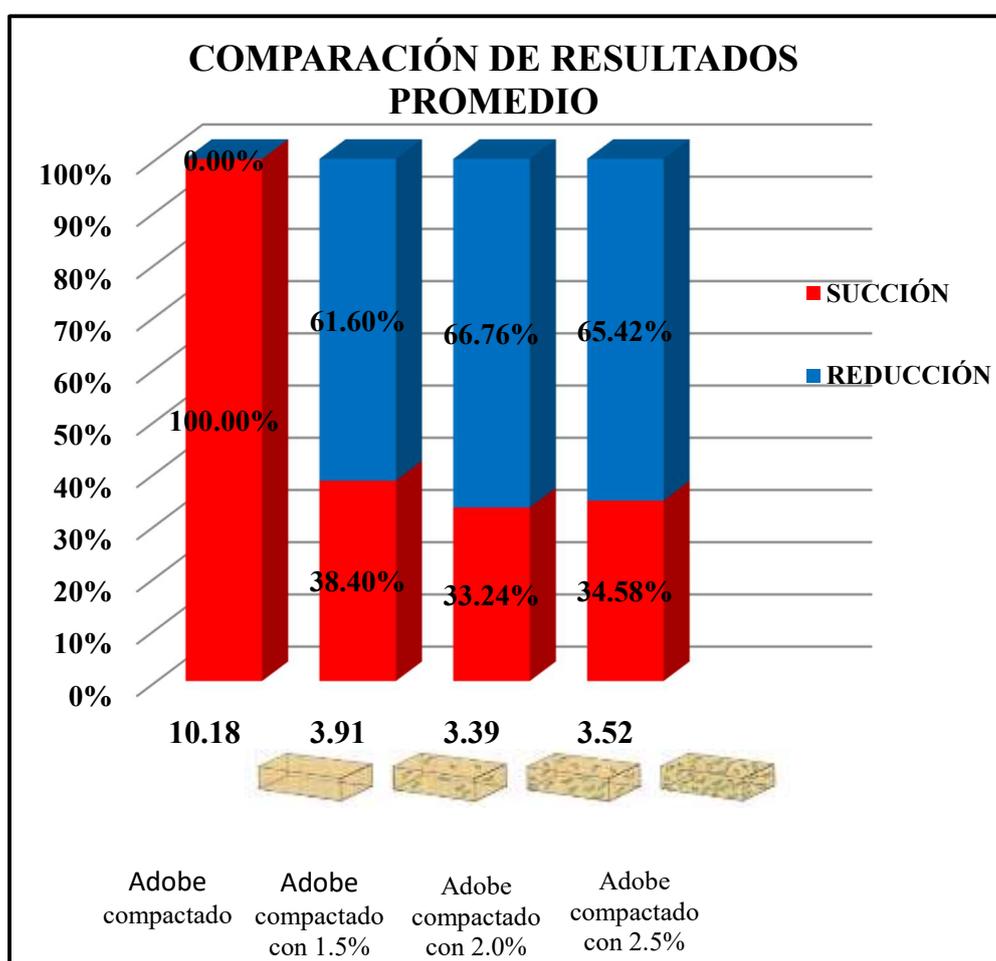


Figura 32. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Succión (0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0%) de los aditivos Sika-1 + CHEMAYOLIC

**Tabla 55. Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 0 % de aditivo**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |              |              |                      |   |
|--|--|--------------|--------------|----------------------|---|
| <b>RESPONSABLES:</b>   | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez |              |              |                      |   |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022   |              |              |                      |   |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS                                    |              |              |                      |   |
| <b>ADITIVO:</b>  | SIN PRESENCIA DE ADITIVO                                 |              |              |                      |   |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>Erosión Acelerada Swinburne (SAET)</b>                |              |              |                      |   |
| Muestra  | Caudal (ml/min.)   | Tiempo (min) | Oquedad (mm) | Nivel de Resistencia | Observaciones   |
| 1  | 624  | 10           | 9.00         | Bloque apto          |   |
| 2  | 624  | 10           | 12.00        | Bloque no apto       | Se aprecia como el adobe empieza a fallar a causa del impacto |
| 3  | 624  | 10           | 10.00        | Bloque apto          |   |
| 4  | 624  | 10           | 8.00         | Bloque apto          |   |
| 5  | 624  | 10           | 9.00         | Bloque apto          |   |
| 6  | 624  | 10           | 11.00        | Bloque no apto       |   |
| Promedio   |  |              | 9.83         |                      |   |

Nota: min = minutos; ml = mililitro, mm = milímetros.

**Tabla 56. Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 1.5 % de aditivo Sika-1**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |              |              |                      |   |
|--|--|--------------|--------------|----------------------|---|
| <b>RESPONSABLES:</b>   | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez   |              |              |                      |   |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022   |              |              |                      |   |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS  |              |              |                      |   |
| <b>ADITIVO:</b>  | Sika-1   |              |              |                      |   |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>Erosión Acelerada Swinburne (SAET) en Adobe Compactado con %, de aditivo 1.5% equivalente en peso 300 g</b> |              |              |                      |   |
| Muestra  | Caudal (ml/min.)   | Tiempo (min) | Oquedad (mm) | Nivel de Resistencia | Observaciones   |
| 1  | 624  | 10           | 2.00         | Bloque apto          | Se aprecia la disminución de daño en el momento del impacto |
| 2  | 624  | 10           | 7.00         | Bloque apto          |   |
| 3  | 624  | 10           | 5.00         | Bloque apto          |   |
| 4  | 624  | 10           | 8.00         | Bloque apto          |   |
| 5  | 624  | 10           | 4.00         | Bloque apto          |   |
| 6  | 624  | 10           | 7.00         | Bloque apto          |   |
| PROMEDIO   |  |              | 5.50         |                      |   |

Nota: min = minutos; ml = mililitro, mm = milímetros.

**Tabla 57. Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 2.0 % de aditivo Sika-1.**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |   |              |              |                      |  |
|--|---|--------------|--------------|----------------------|--|
| <b>RESPONSABLES:</b>   | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez  |              |              |                      |  |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022  |              |              |                      |  |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS   |              |              |                      |  |
| <b>ADITIVO:</b>  | Sika-1  |              |              |                      |  |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>Erosión Acelerada Swinburne (SAET) en Adobe Compactado con % de aditivo 2.0% equivalente en peso 400 g</b> |              |              |                      |  |
| Muestra  | Caudal (ml/min.)  | Tiempo (min) | Oquedad (mm) | Nivel de Resistencia | Observaciones  |
| 1  | 624   | 10           | 4.00         | Bloque apto          |  |
| 2  | 624   | 10           | 10.00        | Bloque apto          | Se aprecia una disminución en cuanto a la erosión por el impacto |
| 3  | 624   | 10           | 8.00         | Bloque apto          |  |
| 4  | 624   | 10           | 6.00         | Bloque apto          |  |
| 5  | 624   | 10           | 4.00         | Bloque apto          |  |
| 6  | 624   | 10           | 7.00         | Bloque apto          |  |
| PROMEDIO   |   |              | 6.50         |                      |  |

Nota: min = minutos; ml = mililitro, mm = milímetros.

**Tabla 58. Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 2.5 % de aditivo Sika-1.**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |   |              |              |                      |   |
|--|---|--------------|--------------|----------------------|---|
| <b>RESPONSABLES:</b>   | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez  |              |              |                      |   |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022  |              |              |                      |   |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS   |              |              |                      |   |
| <b>ADITIVO:</b>  | Sika-1  |              |              |                      |   |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>Erosión Acelerada Swinburne (SAET) en Adobe Compactado con % de aditivo 2.5% equivalente en peso 500 g</b> |              |              |                      |   |
| Muestra  | Caudal (ml/min.)  | Tiempo (min) | Oquedad (mm) | Nivel de Resistencia | Observaciones   |
| 1  | 624   | 10           | 1.00         | Bloque apto          | Se aprecia la disminución de daño en el momento del impacto |
| 2  | 624   | 10           | 2.00         | Bloque apto          |   |
| 3  | 624   | 10           | 1.00         | Bloque apto          |   |
| 4  | 624   | 10           | 1.00         | Bloque apto          |   |
| 5  | 624   | 10           | 0.00         | Bloque apto          |   |
| 6  | 624   | 10           | 1.00         | Bloque apto          |   |
| PROMEDIO   |   |              | 1.00         |                      |   |

Nota: min = minutos; ml = mililitro, mm = milímetros.

**Tabla 59. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) (0.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%) del aditivo Sika-1**

| <b>Adobe Compactado Con presencia de aditivo impermeable sika-1</b> |                            |                              |          |                      |
|---|----------------------------|------------------------------|----------|----------------------|
| <b>% de aditivo</b>   | <b>equivalente en peso</b> | <b>Oquedad (mm) Promedio</b> | <b>%</b> | <b>Reducción (%)</b> |
| <b>0.0%</b>   | 000 g                      | 9.8                          | 100.0%   | 0.0%                 |
| 1.5%  | 300 g                      | 5.5                          | 55.9%    | 44.1%                |
| 2.0%  | 400 g                      | 6.5                          | 66.1%    | 33.9%                |
| 2.5%  | 500 g                      | 1.0                          | 10.2%    | 89.8%                |

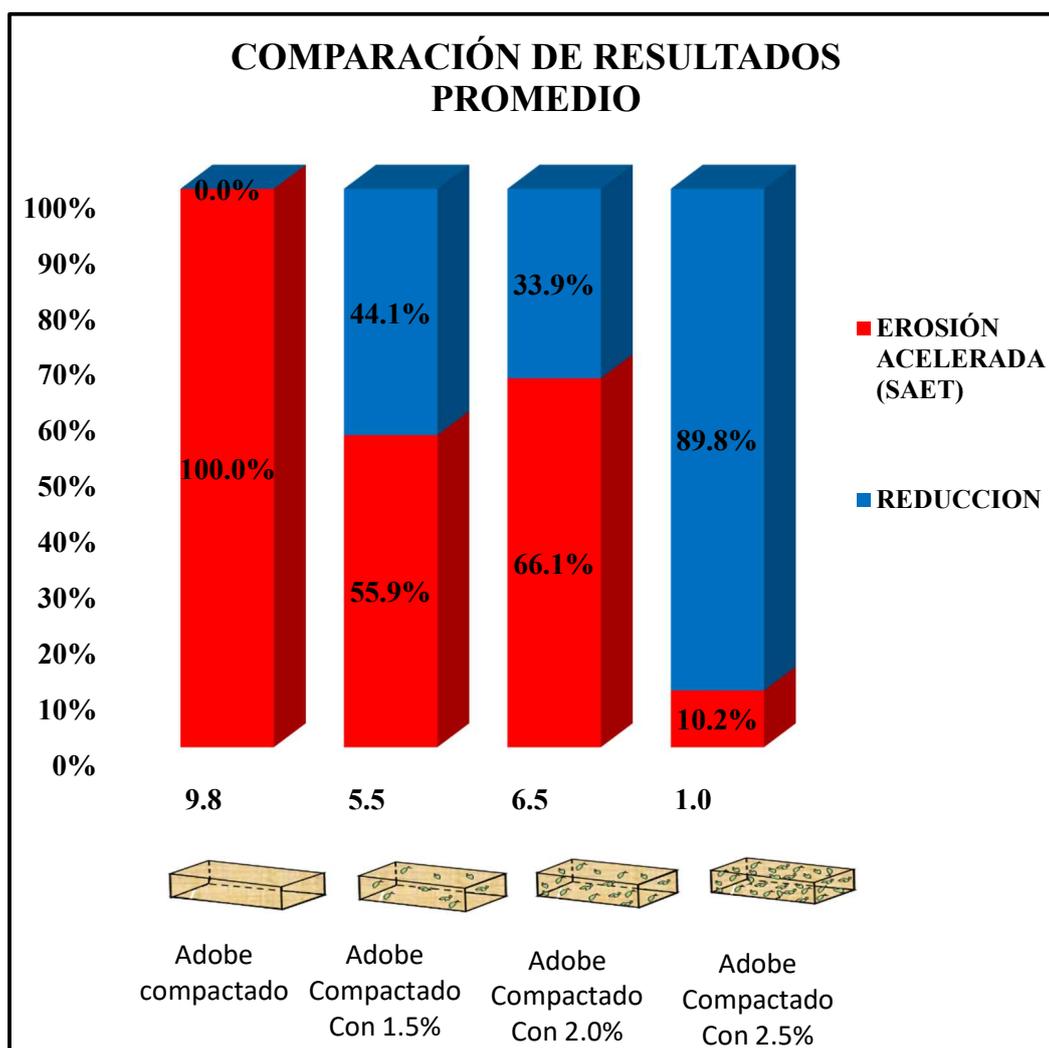


Figura 33. Comparación de resultados promedio de los ensayos de (0.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%) del aditivo Sika-1

**Tabla 60. Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 1.5 % de aditivo Chemayolic**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |   |  |              |                      |   |
|--|---|--|--------------|----------------------|---|
| <b>RESPONSABLES:</b>   |   | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez |              |                      |   |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022  |  |              |                      |   |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS   |  |              |                      |   |
| <b>ADITIVO:</b>  | CHEMAYOLIC  |  |              |                      |   |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>EROSIÓN ACELERADA (SAET) en Adobe Compactado con % de aditivo 1.5% equivalente en peso 300 g</b> |  |              |                      |   |
| Muestra  | Caudal (ml/min.)  | Tiempo (min)   | Oquedad (mm) | Nivel de Resistencia | Observaciones   |
| 1  | 624   | 10   | 4.00         | Bloque apto          | Se aprecia la disminución de daño en el momento del impacto |
| 2  | 624   | 10   | 6.00         | Bloque apto          |   |
| 3  | 624   | 10   | 3.00         | Bloque apto          |   |
| 4  | 624   | 10   | 4.00         | Bloque apto          |   |
| 5  | 624   | 10   | 5.00         | Bloque apto          |   |
| 6  | 624   | 10   | 4.00         | Bloque apto          |   |
| Promedio   |   |  | 4.33         |                      |   |

Nota: min = minutos; ml = mililitro, mm = milímetros.

**Tabla 61. Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 3 % de aditivo Chemayolic**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |   |  |              |                      |  |
|--|---|--|--------------|----------------------|--|
| <b>RESPONSABLES:</b>   |   | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez |              |                      |  |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022  |  |              |                      |  |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS   |  |              |                      |  |
| <b>ADITIVO:</b>  | CHEMAYOLIC  |  |              |                      |  |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>EROSIÓN ACELERADA (SAET) en Adobe Compactado con % de aditivo 3.0% equivalente en peso 600 g</b> |  |              |                      |  |
| Muestra  | Caudal (ml/min.)  | Tiempo (min)   | Oquedad (mm) | Nivel de Resistencia | Observaciones  |
| 1  | 624   | 10   | 1.00         | Bloque apto          | Se aprecia una disminución en cuanto a la erosión por el impacto |
| 2  | 624   | 10   | 0.00         | Bloque apto          |  |
| 3  | 624   | 10   | 1.00         | Bloque apto          |  |
| 4  | 624   | 10   | 1.00         | Bloque apto          |  |
| 5  | 624   | 10   | 0.00         | Bloque apto          |  |
| 6  | 624   | 10   | 0.00         | Bloque apto          |  |
| Promedio   |   |  | 0.50         |                      |  |

Nota: min = minutos; ml = mililitro, mm = milímetros.

**Tabla 62. Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 4.5 % de aditivo Chemayolic**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL      |                  |              |              |                      |   |
|---|------------------|--------------|--------------|----------------------|---|
| RESPONSABLES: Roger Victor Salas<br>Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                                   |                  |              |              |                      |   |
| FECHA: 03/03/2022   |                  |              |              |                      |   |
| LUGAR: LABORATORIO DE SUELOS  |                  |              |              |                      |   |
| ADITIVO: CHEMAYOLIC   |                  |              |              |                      |   |
| ENSAYO: <b>EROSIÓN ACELERADA (SAET) en Adobe Compactado con % de aditivo 4.5% equivalente en peso 900 g</b> |                  |              |              |                      |   |
| Muestra   | Caudal (ml/min.) | Tiempo (min) | Oquedad (mm) | Nivel de Resistencia | Observaciones   |
| 1   | 624              | 10           | 0.00         | Bloque apto          | Se aprecia la disminución de daño en el momento del impacto |
| 2   | 624              | 10           | 1.00         | Bloque apto          |   |
| 3   | 624              | 10           | 0.00         | Bloque apto          |   |
| 4   | 624              | 10           | 0.00         | Bloque apto          |   |
| 5   | 624              | 10           | 1.00         | Bloque apto          |   |
| 6   | 624              | 10           | 0.00         | Bloque apto          |   |
| Promedio  |                  |              | 0.33         |                      |   |

Nota: min = minutos; ml = mililitro, mm = milímetros.

**Tabla 63. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) (0.0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) del aditivo Chemayolic**

| ADOBE COMPACTADO CON PRESENCIA DE ADITIVO<br>IMPERMEABLE CHEMAYOLIC |                     |                       |        |           |
|---|---------------------|-----------------------|--------|-----------|
| % de aditivo  | equivalente en peso | Oquedad (mm) Promedio | %      | REDUCCIÓN |
| 0.0%  | 000 g               | 9.8                   | 100.0% | 0.0%      |
| 1.5%  | 300 g               | 4.3                   | 44.1%  | 55.9%     |
| 3.0%  | 600 g               | 0.5                   | 5.1%   | 94.9%     |
| 4.5%  | 900 g               | 0.3                   | 3.4%   | 96.6%     |

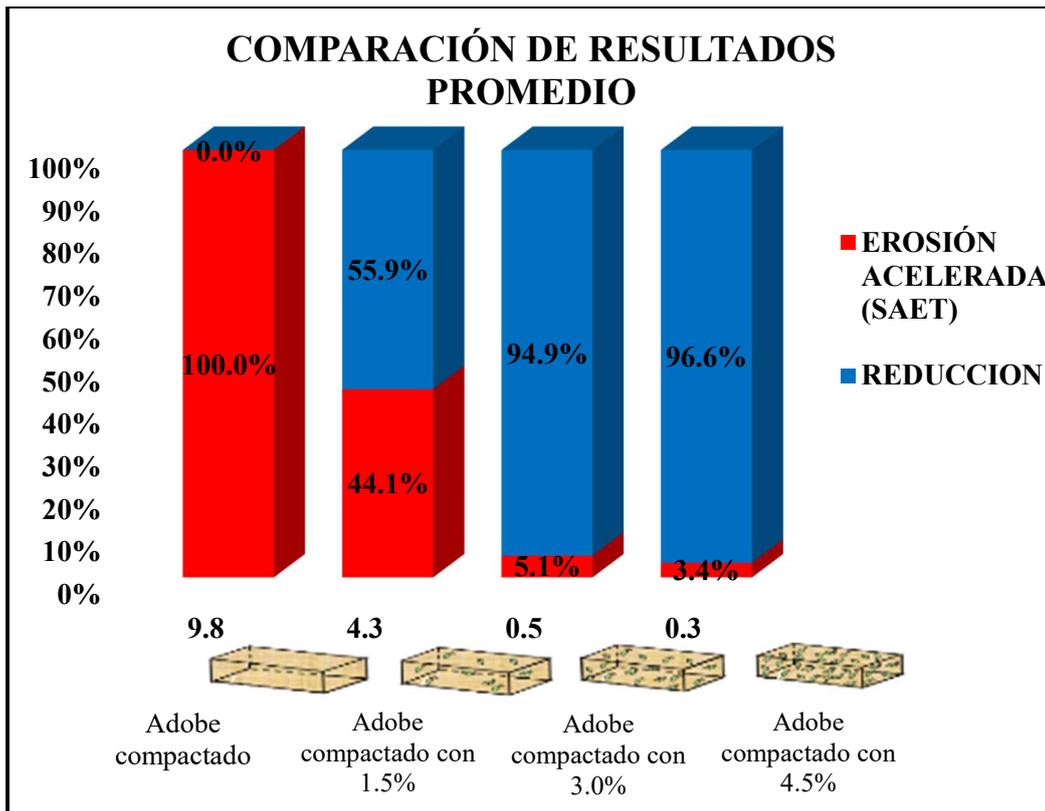


Figura 34. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) (0.0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) del aditivo CHEMAYOLIC

**Tabla 64. Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 2.0 % de aditivo sika-1 + Chemayolic**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |   |  |              |                      |   |
|--|---|--|--------------|----------------------|---|
| <b>RESPONSABLES:</b>   |   | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez |              |                      |   |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022  |  |              |                      |   |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS   |  |              |                      |   |
| <b>ADITIVO:</b>  | Sika-1 + CHEMAYOLIC   |  |              |                      |   |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>EROSIÓN ACELERADA (SAET) en Adobe Compactado con % de aditivo 2.0% equivalente en peso 400 g</b> |  |              |                      |   |
| Muestra  | Caudal (ml/min.)  | Tiempo (min)   | Oquedad (mm) | Nivel de Resistencia | Observaciones   |
| 1  | 624   | 10   | 0.00         | Bloque apto          | Se aprecia la disminución de daño en el momento del impacto |
| 2  | 624   | 10   | 1.00         | Bloque apto          |   |
| 3  | 624   | 10   | 1.00         | Bloque apto          |   |
| 4  | 624   | 10   | 0.00         | Bloque apto          |   |
| 5  | 624   | 10   | 2.00         | Bloque apto          |   |
| 6  | 624   | 10   | 1.00         | Bloque apto          |   |
| Promedio   |   |  | 0.83         |                      |   |

Nota: min = minutos; ml = mililitro, mm = milímetros.

**Tabla 65. Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 2.5 % de aditivo Sika-1 + Chemayolic**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |   |  |              |                      |  |
|--|---|--|--------------|----------------------|--|
| <b>RESPONSABLES:</b>   |   | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez |              |                      |  |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022  |  |              |                      |  |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS   |  |              |                      |  |
| <b>ADITIVO:</b>  | Sika-1 + CHEMAYOLIC   |  |              |                      |  |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>EROSIÓN ACELERADA (SAET) en Adobe Compactado con % de aditivo 2.5% equivalente en peso 500 g</b> |  |              |                      |  |
| Muestra  | Caudal (ml/min.)  | Tiempo (min)   | Oquedad (mm) | Nivel de Resistencia | Observaciones  |
| 1  | 624   | 10   | 0.00         | Bloque apto          |  |
| 2  | 624   | 10   | 1.00         | Bloque apto          | Se aprecia una disminución en cuanto a la erosión por el impacto |
| 3  | 624   | 10   | 0.00         | Bloque apto          |  |
| 4  | 624   | 10   | 0.00         | Bloque apto          |  |
| 5  | 624   | 10   | 0.00         | Bloque apto          |  |
| 6  | 624   | 10   | 1.00         | Bloque apto          |  |
| Promedio   |   |  | 0.33         |                      |  |

Nota: min = minutos; ml = mililitro, mm = milímetros.

**Tabla 66. Resultados primarios del ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 3.0 % de aditivo Sika-1 + Chemayolic**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |   |  |              |                      |   |
|--|---|--|--------------|----------------------|---|
| <b>RESPONSABLES:</b>   |   | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez |              |                      |   |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022  |  |              |                      |   |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS   |  |              |                      |   |
| <b>ADITIVO:</b>  | Sika-1 + CHEMAYOLIC   |  |              |                      |   |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>EROSIÓN ACELERADA (SAET) en Adobe Compactado con % de aditivo 3.0% equivalente en peso 600 g</b> |  |              |                      |   |
| Muestra  | Caudal (ml/min.)  | Tiempo (min)   | Oquedad (mm) | Nivel de Resistencia | Observaciones   |
| 1  | 624   | 10   | 0.00         | Bloque apto          |   |
| 2  | 624   | 10   | 0.00         | Bloque apto          | Se aprecia la disminución de daño en el momento del impacto |
| 3  | 624   | 10   | 0.00         | Bloque apto          |   |
| 4  | 624   | 10   | 0.00         | Bloque apto          |   |
| 5  | 624   | 10   | 1.00         | Bloque apto          |   |
| 6  | 624   | 10   | 0.00         | Bloque apto          |   |
| Promedio   |   |  | 0.17         |                      |   |

Nota: min = minutos; ml = mililitro, mm = milímetros.

**Tabla 67. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) (0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0%) de los aditivos Sika-1 + Chemayolic**

| <b>ADOBE COMPACTADO CON PRESENCIA DE ADITIVO IMPERMEABLE SIKA-1 + CHEMAYOLIC</b> |                            |                              |          |                  |
|--|----------------------------|------------------------------|----------|------------------|
| <b>% de aditivo</b>  | <b>equivalente en peso</b> | <b>Oquedad (mm) Promedio</b> | <b>%</b> | <b>REDUCCIÓN</b> |
| 0.0%   | 000 g                      | 9.8                          | 100.0%   | 0.0%             |
| 2.0%   | 400 g                      | 0.8                          | 8.5%     | 91.5%            |
| 2.5%   | 500 g                      | 0.3                          | 3.4%     | 96.6%            |
| 3.0%   | 600 g                      | 0.2                          | 1.7%     | 98.3%            |

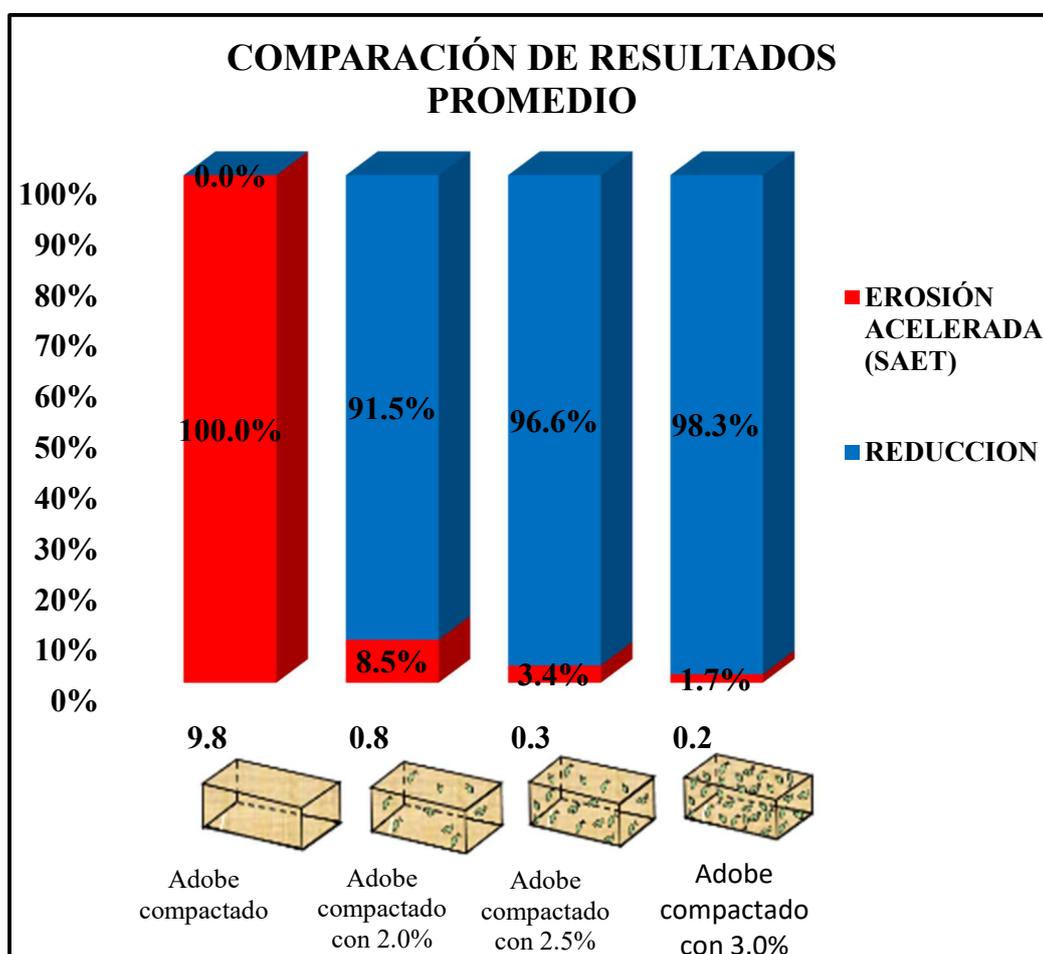


Figura 35. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) (0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0%) de los aditivos Sika-1 + CHEMAYOLIC

**Tabla 68. Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 0.0% de aditivo.**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |            |            |                         |                           |
|--|--|------------|------------|-------------------------|---------------------------|
| <b>RESPONSABLES:</b>   | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez |            |            |                         |                           |
| <b>FECHA:</b>  | 03/03/2022   |            |            |                         |                           |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS                                    |            |            |                         |                           |
| <b>ADITIVO:</b>  | SIN PRESENCIA DE ADITIVO                                 |            |            |                         |                           |
| <b>ENSAYO:</b>   | <b>Resistencia a compresión</b>                          |            |            |                         |                           |
| Muestra  | Carga Máxima (kgf)                                       | Ancho (cm) | Largo (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | F'c (Kg/Cm <sup>2</sup> ) |
| 1  | 7360.00  | 18.20      | 19.20      | 349.44                  | 21.06                     |
| 2  | 6520.00  | 18.30      | 19.00      | 347.70                  | 18.75                     |
| 3  | 8360.00  | 18.40      | 19.50      | 358.80                  | 23.30                     |
| 4  | 8090.00  | 18.50      | 19.40      | 358.90                  | 22.54                     |
| 5  | 7983.00  | 18.70      | 19.20      | 359.04                  | 22.23                     |
| 6  | 9876.00  | 18.30      | 19.80      | 362.34                  | 27.26                     |
| Promedio   | 8031.50  |            |            | 356.04                  | 22.52                     |

Nota: Kgf = kilogramo fuerza; cm = centímetros, cm<sup>2</sup> = centímetros al cuadrado; % = porcentaje; Kg = Kilogramo.

**Tabla 69. Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 1.5 % de aditivo Sika-1.**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |            |            |                         |                           |
|--|--|------------|------------|-------------------------|---------------------------|
| <b>RESPONSABLES:</b>   | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                                     |            |            |                         |                           |
| <b>FECHA:</b>  | 02/03/2022   |            |            |                         |                           |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS  |            |            |                         |                           |
| <b>ADITIVO:</b>  | Sika-1   |            |            |                         |                           |
| <b>ENSAYO:</b>   | Resistencia a compresión de Adobe Compactado con % de aditivo 1.5% equivalente en peso 300 g |            |            |                         |                           |
| Muestra  | Carga Máxima (kgf)   | Ancho (cm) | Largo (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | F'c (Kg/Cm <sup>2</sup> ) |
| 1  | 5590.00  | 18.60      | 19.50      | 362.70                  | 15.41                     |
| 2  | 7990.00  | 18.60      | 19.50      | 362.70                  | 22.03                     |
| 3  | 9140.00  | 18.30      | 19.20      | 351.36                  | 26.01                     |
| 4  | 6340.00  | 18.50      | 19.50      | 360.75                  | 17.57                     |
| 5  | 7890.00  | 18.40      | 19.40      | 356.96                  | 22.10                     |
| 6  | 8250.00  | 18.60      | 19.60      | 364.56                  | 22.63                     |
| Promedio   | 7533.33  |            |            | 359.84                  | 20.96                     |

Nota: Kgf = kilogramo fuerza; cm = centímetros, cm<sup>2</sup> = centímetros al cuadrado; % = porcentaje; Kg = Kilogramo.

**Tabla 70. Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 2.0 % de aditivo Sika-1.**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL                           |   |            |            |                         |                           |  |
|---|---|------------|------------|-------------------------|---------------------------|--|
| FACULTAD DE INGENIERÍA                            |   |            |            |                         |                           |  |
| ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |   |            |            |                         |                           |  |
| <b>RESPONSABLES:</b>                              | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                                      |            |            |                         |                           |  |
| <b>FECHA:</b>                                     | 02/03/2022  |            |            |                         |                           |  |
| <b>LUGAR:</b>                                     | LABORATORIO DE SUELOS   |            |            |                         |                           |  |
| <b>ADITIVO:</b>                                   | Sika-1  |            |            |                         |                           |  |
| <b>ENSAYO:</b>                                    | Resistencia a compresión de Adobe Compactado con % de aditivo 2.0 % equivalente en peso 400 g |            |            |                         |                           |  |
| Muestra   | Carga Máxima (kgf)  | Ancho (cm) | Largo (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | F'c (Kg/Cm <sup>2</sup> ) |  |
| 1   | 6050.00   | 18.50      | 19.60      | 362.60                  | 16.69                     |  |
| 2   | 7630.00   | 18.60      | 19.60      | 364.56                  | 20.93                     |  |
| 3   | 6620.00   | 18.80      | 19.70      | 370.36                  | 17.87                     |  |
| 4   | 5340.00   | 18.50      | 19.40      | 358.90                  | 14.88                     |  |
| 5   | 7740.00   | 18.40      | 19.20      | 353.28                  | 21.91                     |  |
| 6   | 6870.00   | 18.60      | 19.50      | 362.70                  | 18.94                     |  |
| Promedio  | 6708.33   |            |            | 362.07                  | 18.54                     |  |

Nota: Kgf = kilogramo fuerza; cm = centímetros, cm<sup>2</sup> = centímetros al cuadrado; % = porcentaje; Kg = Kilogramo.

**Tabla 71. Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 2.5 % de aditivo Sika-1.**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL                           |  |            |            |                         |                           |  |
|---|--|------------|------------|-------------------------|---------------------------|--|
| FACULTAD DE INGENIERÍA                            |  |            |            |                         |                           |  |
| ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |            |            |                         |                           |  |
| <b>RESPONSABLES:</b>                              | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                                     |            |            |                         |                           |  |
| <b>FECHA:</b>                                     | 02/03/2022   |            |            |                         |                           |  |
| <b>LUGAR:</b>                                     | LABORATORIO DE SUELOS  |            |            |                         |                           |  |
| <b>ADITIVO:</b>                                   | Sika-1   |            |            |                         |                           |  |
| <b>ENSAYO:</b>                                    | Resistencia a compresión de Adobe Compactado con % de aditivo 2.5% equivalente en peso 500 g |            |            |                         |                           |  |
| Muestra   | Carga Máxima (kgf)   | Ancho (cm) | Largo (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | F'c (Kg/Cm <sup>2</sup> ) |  |
| 1   | 5220.00  | 18.50      | 19.10      | 353.35                  | 14.77                     |  |
| 2   | 6890.00  | 18.30      | 19.40      | 355.02                  | 19.41                     |  |
| 3   | 9100.00  | 18.40      | 19.60      | 360.64                  | 25.23                     |  |
| 4   | 6410.00  | 18.70      | 19.40      | 362.78                  | 17.67                     |  |
| 5   | 7890.00  | 18.20      | 19.50      | 354.90                  | 22.23                     |  |
| 6   | 8750.00  | 18.40      | 19.70      | 362.48                  | 24.14                     |  |
| Promedio  | 7376.67  |            |            | 358.20                  | 20.58                     |  |

Nota: Kgf = kilogramo fuerza; cm = centímetros, cm<sup>2</sup> = centímetros al cuadrado; % = porcentaje; Kg = Kilogramo.

**Tabla 72. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Resistencia a la Compresión (0.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%) del aditivo Sika-1**

| <b>ADOBE COMPACTADO CON/SIN PRESENCIA DE ADITIVO SIKA-1</b> |                     |                       |                 |                     |             |
|---|---------------------|-----------------------|-----------------|---------------------|-------------|
| % de aditivo  | equivalente en peso | Promedio F'c (Kg/Cm2) | Equivalente (%) | Muestra control (%) | Variación % |
| 0.00%   | 000 g               | 22.5                  | 100.0%          | 100.0%              | 0.0%        |
| 1.5%  | 300 g               | 21.0                  | 93.1%           | 100.0%              | -6.9%       |
| 2.0 %   | 400 g               | 18.5                  | 82.3%           | 100.0%              | -17.7%      |
| 2.5%  | 500 g               | 20.6                  | 91.3%           | 100.0%              | -8.7%       |

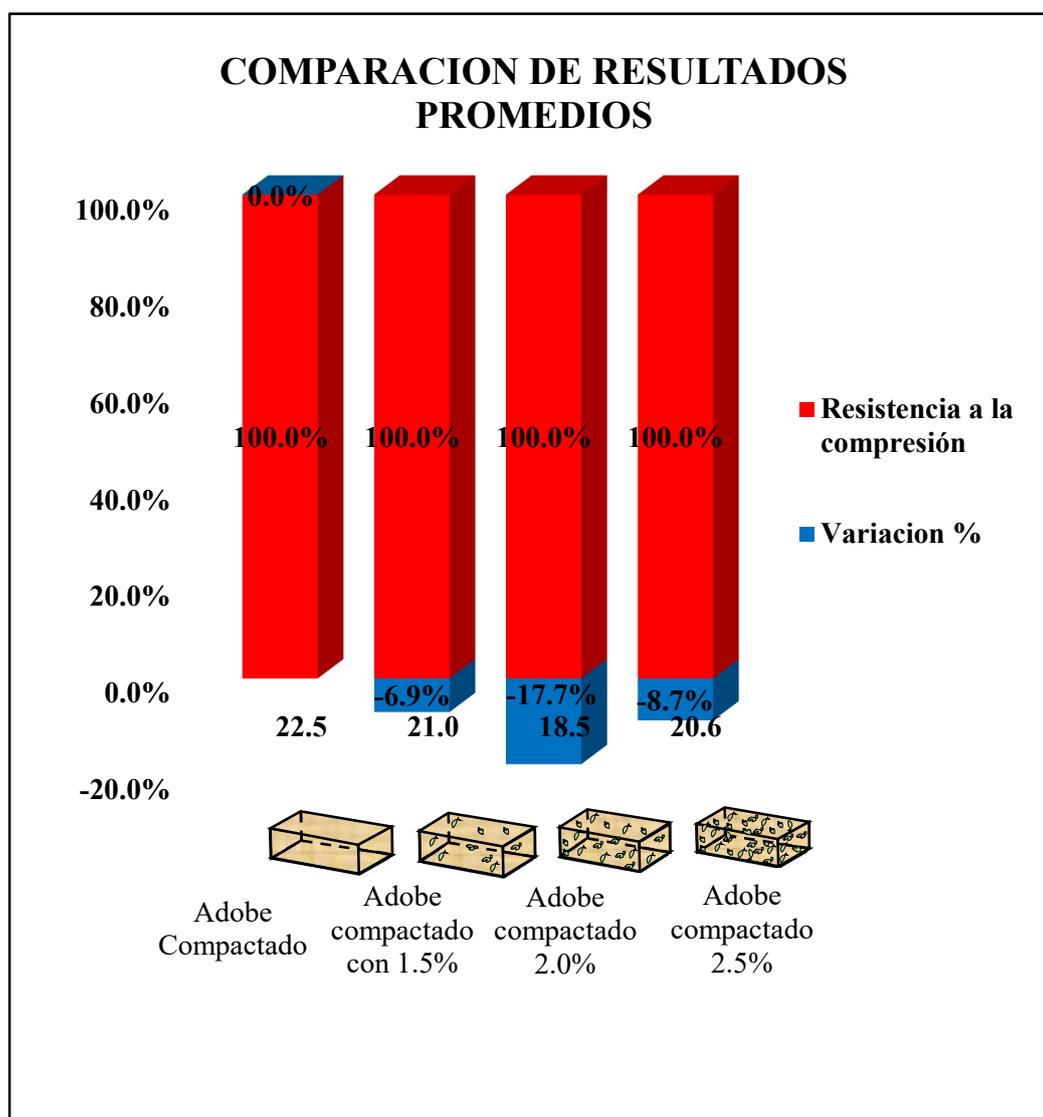


Figura 36. Comparación de resultados promedio de los ensayos de (0.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%) del aditivo Sika-1.

**Tabla 73. Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 1.5 % de aditivo Chemayolic**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |            |            |                         |                           |
|--|--|------------|------------|-------------------------|---------------------------|
| <b>RESPONSABLES:</b>   | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                                     |            |            |                         |                           |
| <b>FECHA:</b>  | 02/03/2022   |            |            |                         |                           |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS  |            |            |                         |                           |
| <b>ADITIVO:</b>  | CHEMAYOLIC   |            |            |                         |                           |
| <b>ENSAYO:</b>   | Resistencia a compresión de Adobe Compactado con % de aditivo 1.5% equivalente en peso 300 g |            |            |                         |                           |
| Muestra  | Carga Máxima (kgf)   | Ancho (cm) | Largo (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | F'c (Kg/Cm <sup>2</sup> ) |
| 1  | 10420.00   | 18.80      | 19.80      | 372.24                  | 27.99                     |
| 2  | 6300.00  | 18.50      | 19.20      | 355.20                  | 17.74                     |
| 3  | 6800.00  | 18.70      | 19.40      | 362.78                  | 18.74                     |
| 4  | 9660.00  | 18.80      | 19.40      | 364.72                  | 26.49                     |
| 5  | 10010.00   | 18.50      | 19.70      | 364.45                  | 27.47                     |
| 6  | 9840.00  | 18.40      | 19.80      | 364.32                  | 27.01                     |
| Promedio   | 8838.33  |            |            | 363.95                  | 24.24                     |

Nota: Kgf = kilogramo fuerza; cm = centímetros, cm<sup>2</sup> = centímetros al cuadrado; %= porcentaje; Kg=Kilogramo.

**Tabla 74. Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 3 % de aditivo Chemayolic**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |            |            |                         |                           |
|--|--|------------|------------|-------------------------|---------------------------|
| <b>RESPONSABLES:</b>   | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                                     |            |            |                         |                           |
| <b>FECHA:</b>  | 02/03/2022   |            |            |                         |                           |
| <b>LUGAR:</b>  | LABORATORIO DE SUELOS  |            |            |                         |                           |
| <b>ADITIVO:</b>  | CHEMAYOLIC   |            |            |                         |                           |
| <b>ENSAYO:</b>   | Resistencia a compresión de Adobe Compactado con % de aditivo 3.0% equivalente en peso 600 g |            |            |                         |                           |
| Muestra  | Carga Máxima (kgf)   | Ancho (cm) | Largo (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | F'c (Kg/Cm <sup>2</sup> ) |
| 1  | 9260.00  | 18.80      | 19.60      | 368.48                  | 25.13                     |
| 2  | 9770.00  | 18.40      | 19.80      | 364.32                  | 26.82                     |
| 3  | 7780.00  | 18.70      | 19.70      | 368.39                  | 21.12                     |
| 4  | 10810.00   | 18.80      | 19.70      | 370.36                  | 29.19                     |
| 5  | 9872.00  | 18.40      | 19.50      | 358.80                  | 27.51                     |
| 6  | 10620.00   | 18.60      | 19.60      | 364.56                  | 29.13                     |
| Promedio   | 9685.33  |            |            | 365.82                  | 26.48                     |

Nota: Kgf = kilogramo fuerza; cm = centímetros, cm<sup>2</sup> = centímetros al cuadrado; % = porcentaje; Kg = Kilogramo.

**Tabla 75. Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 4.5 % de aditivo Chemayolic**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL                           |  |            |            |                         |                           |
|---|--|------------|------------|-------------------------|---------------------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA                            |  |            |            |                         |                           |
| ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |            |            |                         |                           |
| <b>RESPONSABLES:</b>                              | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                                     |            |            |                         |                           |
| <b>FECHA:</b>                                     | 02/03/2022   |            |            |                         |                           |
| <b>LUGAR:</b>                                     | LABORATORIO DE SUELOS  |            |            |                         |                           |
| <b>ADITIVO:</b>                                   | CHEMAYOLIC   |            |            |                         |                           |
| <b>ENSAYO:</b>                                    | Resistencia a compresión de Adobe Compactado con % de aditivo 4.5% equivalente en peso 900 g |            |            |                         |                           |
| Muestra   | Carga Máxima (kgf)   | Ancho (cm) | Largo (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | F'c (Kg/Cm <sup>2</sup> ) |
| 1   | 10790.00   | 18.60      | 19.70      | 366.42                  | 29.45                     |
| 2   | 10710.00   | 18.80      | 19.60      | 368.48                  | 29.07                     |
| 3   | 9190.00  | 18.60      | 19.80      | 368.28                  | 24.95                     |
| 4   | 8790.00  | 18.80      | 19.40      | 364.72                  | 24.10                     |
| 5   | 10680.00   | 18.70      | 19.70      | 368.39                  | 28.99                     |
| 6   | 9480.00  | 18.40      | 19.60      | 360.64                  | 26.29                     |
| Promedio  | 9940.00  |            |            | 366.16                  | 27.14                     |

Nota: Kgf = kilogramo fuerza; cm = centímetros, cm<sup>2</sup> = centímetros al cuadrado; % = porcentaje; Kg = Kilogramo.

**Tabla 76. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Resistencia a la Compresión (0.0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) del aditivo Chemayolic**

| ADOBE COMPACTADO CON/SIN PRESENCIA DE ADITIVO<br>CHEMAYOLIC |                     |                                    |                 |                     |             |
|---|---------------------|------------------------------------|-----------------|---------------------|-------------|
| % de aditivo  | equivalente en peso | Promedio F'c (Kg/Cm <sup>2</sup> ) | Equivalente (%) | Muestra control (%) | Variación % |
| 0.00%   | 000 g               | 22.5                               | 100.0%          | 100.0%              | 0.0%        |
| 1.5%  | 300 g               | 24.2                               | 107.6%          | 100.0%              | 7.6%        |
| 3.0%  | 600 g               | 26.5                               | 117.6%          | 100.0%              | 17.6%       |
| 4.5%  | 900 g               | 27.1                               | 120.5%          | 100.0%              | 20.5%       |

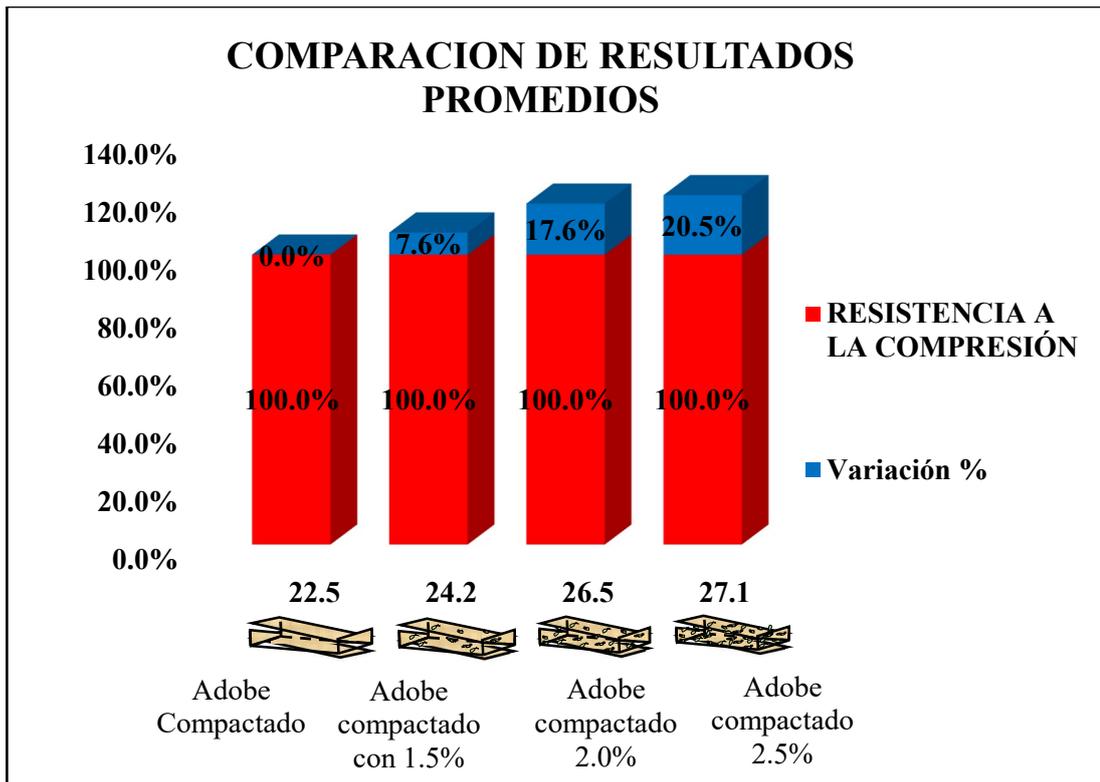


Figura 37. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Resistencia a la Compresión (0.0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) del aditivo CHEMAYOLIC

**Tabla 77. Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 2.0% de aditivo Sika-1 + Chemayolic**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL                           |  |  |            |                         |                           |  |
|---|--|--|------------|-------------------------|---------------------------|--|
| FACULTAD DE INGENIERÍA                            |  |  |            |                         |                           |  |
| ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |  |            |                         |                           |  |
| <b>RESPONSABLES:</b>                              |  | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez |            |                         |                           |  |
| <b>FECHA:</b>                                     | 02/03/2022   |  |            |                         |                           |  |
| <b>LUGAR:</b>                                     | LABORATORIO DE SUELOS  |  |            |                         |                           |  |
| <b>ADITIVO:</b>                                   | Sika-1 + CHEMAYOLIC  |  |            |                         |                           |  |
| <b>ENSAYO:</b>                                    | Resistencia a compresión de Adobe Compactado con % de aditivo 2.0% equivalente en peso 400 g |  |            |                         |                           |  |
| Muestra   | Carga Máxima (kgf)   | Ancho (cm)   | Largo (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | F'c (Kg/Cm <sup>2</sup> ) |  |
| 1   | 6260.00  | 18.70  | 19.60      | 366.52                  | 17.08                     |  |
| 2   | 6660.00  | 18.70  | 19.40      | 362.78                  | 18.36                     |  |
| 3   | 7870.00  | 18.60  | 19.70      | 366.42                  | 21.48                     |  |
| 4   | 8790.00  | 18.80  | 19.70      | 370.36                  | 23.73                     |  |
| 5   | 7940.00  | 18.50  | 19.60      | 362.60                  | 21.90                     |  |
| 6   | 8990.00  | 18.70  | 19.40      | 362.78                  | 24.78                     |  |
| Promedio  | 7751.67  |  |            | 365.24                  | 21.22                     |  |

Nota: Kgf = kilogramo fuerza; cm = centímetros, cm<sup>2</sup> = centímetros al cuadrado; % = porcentaje; Kg = Kilogramo.

**Tabla 78. Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 2.5 % de aditivo Sika-1 + Chemayolic**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL                           |  |            |            |                         |                           |  |
|---|--|------------|------------|-------------------------|---------------------------|--|
| FACULTAD DE INGENIERÍA                            |  |            |            |                         |                           |  |
| ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |            |            |                         |                           |  |
| <b>RESPONSABLES:</b>                              | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                                     |            |            |                         |                           |  |
| <b>FECHA:</b>                                     | 02/03/2022   |            |            |                         |                           |  |
| <b>LUGAR:</b>                                     | LABORATORIO DE SUELOS  |            |            |                         |                           |  |
| <b>ADITIVO:</b>                                   | Sika-1 + CHEMAYOLIC  |            |            |                         |                           |  |
| <b>ENSAYO:</b>                                    | Resistencia a compresión de Adobe Compactado con % de aditivo 2.5% equivalente en peso 500 g |            |            |                         |                           |  |
| Muestra   | Carga Máxima (kgf)   | Ancho (cm) | Largo (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | F'c (Kg/Cm <sup>2</sup> ) |  |
| 1   | 7360.00  | 18.80      | 19.60      | 368.48                  | 19.97                     |  |
| 2   | 10080.00   | 18.80      | 19.50      | 366.60                  | 27.50                     |  |
| 3   | 8660.00  | 18.80      | 19.50      | 366.60                  | 23.62                     |  |
| 4   | 8570.00  | 18.70      | 19.40      | 362.78                  | 23.62                     |  |
| 5   | 10020.00   | 18.50      | 19.70      | 364.45                  | 27.49                     |  |
| 6   | 9840.00  | 18.60      | 19.40      | 360.84                  | 27.27                     |  |
| Promedio  | 9088.33  |            |            | 364.96                  | 24.91                     |  |

Nota: Kgf = kilogramo fuerza; cm = centímetros, cm<sup>2</sup> = centímetros al cuadrado; % = porcentaje; Kg = Kilogramo.

**Tabla 79. Resultados primarios del ensayo de Resistencia a la Compresión 3.0 % de aditivo Sika-1 + Chemayolic**

| UNIVERSIDAD CONTINENTAL                           |  |            |            |                         |                           |  |
|---|--|------------|------------|-------------------------|---------------------------|--|
| FACULTAD DE INGENIERÍA                            |  |            |            |                         |                           |  |
| ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |            |            |                         |                           |  |
| <b>RESPONSABLES:</b>                              | Roger Victor Salas Ppuyo<br>Frank Jobehr Mamani Martínez                                     |            |            |                         |                           |  |
| <b>FECHA:</b>                                     | 02/03/2022   |            |            |                         |                           |  |
| <b>LUGAR:</b>                                     | LABORATORIO DE SUELOS  |            |            |                         |                           |  |
| <b>ADITIVO:</b>                                   | Sika-1 + CHEMAYOLIC  |            |            |                         |                           |  |
| <b>ENSAYO:</b>                                    | Resistencia a compresión de Adobe Compactado con % de aditivo 3.0% equivalente en peso 600 g |            |            |                         |                           |  |
| Muestra   | Carga Máxima (kgf)   | Ancho (cm) | Largo (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | F'c (Kg/Cm <sup>2</sup> ) |  |
| 1   | 8140.00  | 18.40      | 19.60      | 360.64                  | 22.57                     |  |
| 2   | 7540.00  | 18.60      | 19.60      | 364.56                  | 20.68                     |  |
| 3   | 8570.00  | 18.90      | 19.90      | 376.11                  | 22.79                     |  |
| 4   | 9350.00  | 18.90      | 19.70      | 372.33                  | 25.11                     |  |
| 5   | 8920.00  | 18.70      | 19.50      | 364.65                  | 24.46                     |  |
| 6   | 9534.00  | 18.50      | 19.60      | 362.60                  | 26.29                     |  |
| Promedio  | 8675.67  |            |            | 366.82                  | 23.65                     |  |

Nota: Kgf = kilogramo fuerza; cm = centímetros, cm<sup>2</sup> = centímetros al cuadrado; % = porcentaje; Kg = Kilogramo.

**Tabla 80. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Resistencia a la Compresión (0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0%) de los aditivos sika-1 + Chemayolic**

| <b>ADOBE COMPACTADO CON/SIN PRESENCIA DE ADITIVO SIKA-1 + CHEMAYOLIC</b> |                     |                       |                 |                     |             |
|--|---------------------|-----------------------|-----------------|---------------------|-------------|
| % de aditivo   | equivalente en peso | Promedio F'c (Kg/Cm2) | Equivalente (%) | Muestra control (%) | Variación % |
| 0.0%   | 000 g               | 22.5                  | 100.0%          | 100.0%              | 0.0%        |
| 2.0%   | 400 g               | 21.2                  | 94.2%           | 100.0%              | -5.8%       |
| 2.5%   | 500 g               | 24.9                  | 110.6%          | 100.0%              | 10.6%       |
| 3.0%   | 600 g               | 23.7                  | 105.0%          | 100.0%              | 5.0%        |

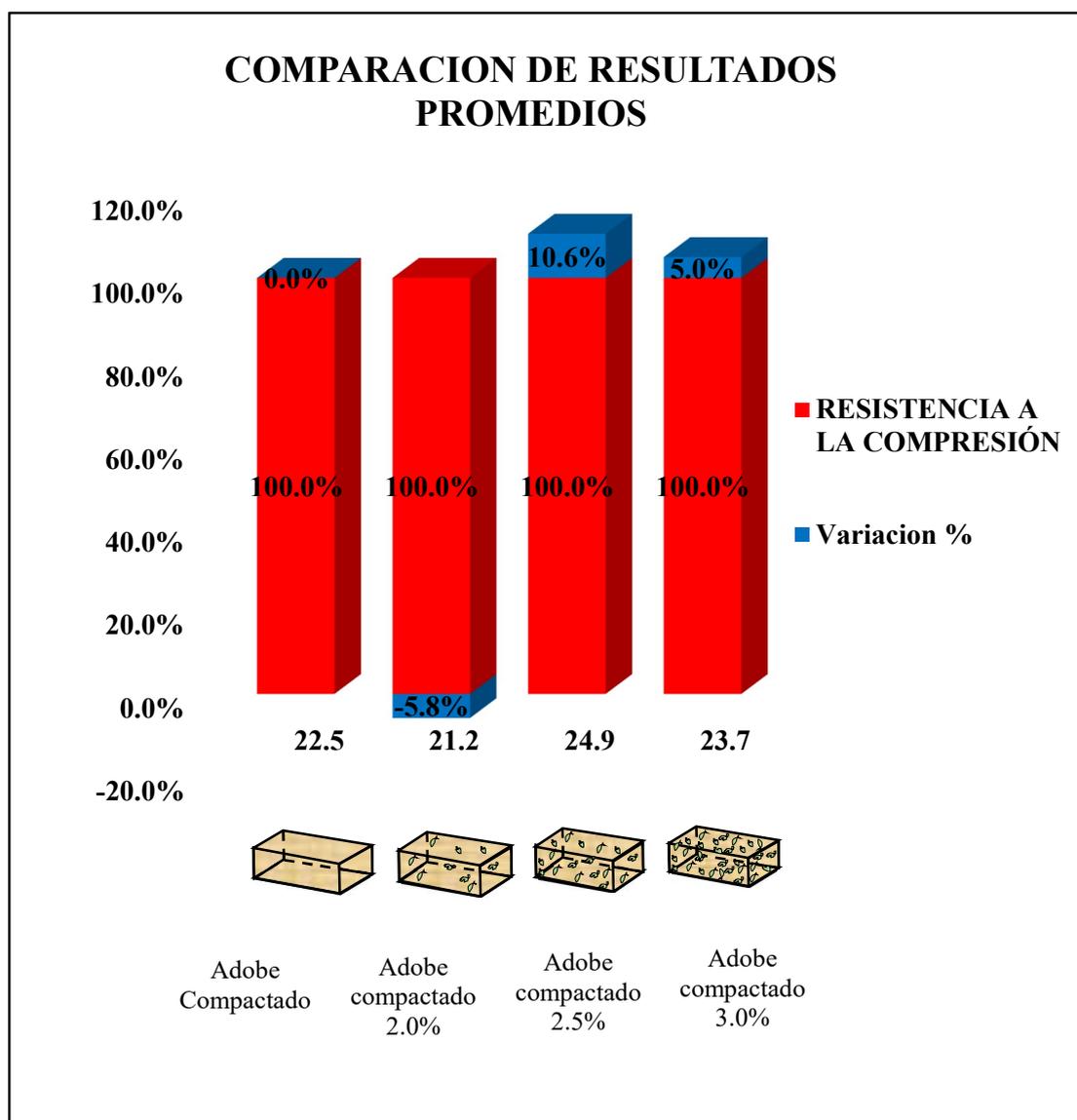


Figura 38. Comparación de resultados promedio de los ensayos de Resistencia a la Compresión (0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0%) de los aditivos Sika-1 + CHEMAYOLIC

#### 4.2.4 Costo beneficio del adobe.

Según la tabla a continuación de costo beneficio de adobe compactado se llegó a la conclusión:

- ✓ Del grupo experimental 1: Con el 2.5% de sika-1, el costo del adobe compactado impermeable es S/8.10.
- ✓ Del grupo experimental 2: Con el 1.5% de CHEMAYOLIC, el costo del adobe compactado impermeable es S/6.35.
- ✓ Del grupo experimental 3: Con el 3% de sika-1 + CHEMAYOLIC, el costo del adobe compactado impermeable es S/7.23.

Se llegó a una conclusión de los 3 grupos experimentales el cual el de menor costo se encuentra en el grupo experimental 2 con 1.5% con 300 g de CHEMAYOLIC, el costo del adobe impermeable es de S/6.35.

**Tabla 81. Resumen de costo beneficio por unidad de adobe**

| Ítem  | Descripción                       | Proporción De Aditivo Utilizado En Gramos |            | Equivalente Porcentaje | Unidad de Medida | Cantidad de Adobes | Precio Unitario Del Adobe Sin Aditivo | Precio Del Aditivo Por Unidad De Adobe | Precio Parcial | Según Resultados de Ensayos De Laboratorio |
|---|-----------------------------------|---|------------|------------------------|------------------|--------------------|---------------------------------------|--|----------------|--|
|   |                                   | Sika-1                                    | Chemayolic | %                      |                  |                    |                                       |  |                |  |
| <b>A Adobe Tradicional</b>                                    |                                   |   |            |                        |                  |                    |                                       |  |                |  |
| A.1   | Adobe tradicional (Sin Compactar) | 000 g                                     | 000 g      | 0.00%                  | UND              | 1.00               | S/ 0.77                               | S/ 0.00                                | S/ 0.77        | NO es impermeables                         |
| <b>B Grupo Control sin aditivos</b>                           |                                   |   |            |                        |                  |                    |                                       |  |                |  |
| B.1   | Adobe Compactado                  | 000 g                                     | 000 g      | 0.00%                  | UND              | 1.00               | S/ 4.10                               | S/ 0.00                                | S/ 4.10        | NO es impermeables                         |
| <b>1 Grupo Experimental 1 con aditivo sika-1</b>              |                                   |   |            |                        |                  |                    |                                       |  |                |  |
| 1.1   | Adobe Compactado                  | 300 g                                     | 000 g      | 1.50%                  | UND              | 1.00               | S/ 4.10                               | S/ 2.40                                | S/ 6.50        | NO es impermeables                         |
| 1.2   | Adobe Compactado                  | 400 g                                     | 000 g      | 2%                     | UND              | 1.00               | S/ 4.10                               | S/ 3.20                                | S/ 7.30        | NO es impermeables                         |
| 1.3   | Adobe Compactado                  | 500 g                                     | 000 g      | 2.50%                  | UND              | 1.00               | S/ 4.10                               | S/ 4.00                                | S/ 8.10        | SI es impermeables                         |
| <b>2 Grupo Experimental 2 con aditivo Chemayolic</b>          |                                   |   |            |                        |                  |                    |                                       |  |                |  |
| 2.1   | Adobe Compactado                  | 000 g                                     | 300 g      | 1.50%                  | UND              | 1.00               | S/ 4.10                               | S/ 2.25                                | S/ 6.35        | SI es impermeables                         |
| 2.2   | Adobe Compactado                  | 000 g                                     | 600 g      | 3%                     | UND              | 1.00               | S/ 4.10                               | S/ 4.50                                | S/ 8.60        | NO es impermeables                         |
| 2.3   | Adobe Compactado                  | 000 g                                     | 900 g      | 4.50%                  | UND              | 1.00               | S/ 4.10                               | S/ 6.75                                | S/ 10.85       | SI es impermeables                         |
| <b>3 Grupo Experimental 3 con aditivo sika-1 + Chemayolic</b> |                                   |   |            |                        |                  |                    |                                       |  |                |  |
| 3.1   | Adobe Compactado                  | 150 g                                     | 450 g      | 2                      | UND              | 1.00               | S/ 4.10                               | S/ 4.58                                | S/ 8.68        | SI es impermeables                         |
| 3.2   | Adobe Compactado                  | 200 g                                     | 300 g      | 2.5                    | UND              | 1.00               | S/ 4.10                               | S/ 3.85                                | S/ 7.95        | SI es impermeables                         |
| 3.3   | Adobe Compactado                  | 250 g                                     | 150 g      | 3                      | UND              | 1.00               | S/ 4.10                               | S/ 3.13                                | S/ 7.23        | SI es impermeables                         |

NOTA: Según la Tabla 2: Permeable (NO) cuando la reducción es <50%, Impermeable (SI) cuando la reducción >=50%.

## **A. Adobe Tradicional**

□ ITEM 1.1.- El adobe que fabrican en la ciudad de Cusco son adobes tradicionales hechos de tierra cruda más agua, y los adobes tradicionales no son compactados (por no ser adobes compactados lo aumentan ICHU seco, para que sus adobes tradicionales no se rajen o se destrocen al momento de ser maniobrados) el precio del adobe Tradicional es de S/. 0.77 por UND de ADOBE, según los resultados de ensayos de laboratorio NO ES IMPERMEABLE.

## **B. Grupo Control sin aditivo**

□ ITEM 2.1.- El precio del Adobe Compactado es de S/. 4.10, este adobe compactado solo es tierra cruda, y no fue mezclado con ningún aditivo lo cual obteniendo el costo total del producto final es de S/. 4.10 por UND de ADOBE, según los resultados de ensayos de laboratorio NO ES IMPERMEABLE.

### **1. Grupo Experimental 1 con aditivo SIKA-1**

**ITEM 1.1.-** El precio del Adobe Compactado es de S/. 4.10, y el precio del aditivo para 300 GRAMOS de SIKA-1 es de S/. 2.40, obteniendo el costo total del producto final de la combinación de la tierra cruda más el aditivo mencionado líneas arriba es de S/. 6.50 por UND de ADOBE, según los resultados de ensayos de laboratorio NO ES IMPERMEABLE.

**ITEM 1.2.-** El precio del Adobe Compactado es de S/. 4.10, y el precio del aditivo para 400 GRAMOS de SIKA-1 es de S/. 3.20, obteniendo el costo total del producto final de la combinación de la tierra cruda más el aditivo mencionado líneas arriba es de S/. 7.30 por UND de ADOBE, según los resultados de ensayos de laboratorio NO ES IMPERMEABLE.

**ITEM 1.3.-** El precio del Adobe Compactado es de S/. 4.10, y el precio del aditivo para 500 GRAMOS de SIKA-1 es de S/. 7.30, obteniendo el costo total del producto final de la combinación de la tierra cruda más el aditivo mencionado líneas arriba es de S/. 8.10 por UND de ADOBE, según los resultados de ensayos de laboratorio SI ES IMPERMEABLE.

### **2. Grupo Experimental 2 con aditivo CHEMAYOLIC**

**ITEM 2.1.-** El precio del Adobe Compactado es de S/. 4.10, y el precio del aditivo para 300 GRAMOS de CHEMAYOLIC es de S/. 2.25, obteniendo el costo total del producto final de la combinación de la tierra cruda más el aditivo mencionado líneas arriba es de S/. 6.35 por UND de ADOBE, según los resultados de ensayos de laboratorio SI ES IMPERMEABLE.

**ITEM 2.2.-** El precio del Adobe Compactado es de S/. 4.10, y el precio del aditivo para 600 GRAMOS de CHEMAYOLIC es de S/. 4.50, obteniendo el costo total del producto final de la combinación de la tierra cruda más el aditivo mencionado líneas arriba es de S/. 8.60 por UND de ADOBE, según los resultados de ensayos de laboratorio NO ES IMPERMEABLE.

**ITEM 2.3.-** El precio del Adobe Compactado es de S/. 4.10, y el precio del aditivo para 900 GRAMOS de CHEMAYOLIC es de S/. 6.75, obteniendo el costo total del producto final de la combinación de la tierra cruda más el aditivo mencionado líneas arriba es de S/. 10.85 por UND de ADOBE, según los resultados de ensayos de laboratorio SI ES IMPERMEABLE.

### **3. Grupo Experimental 3 con aditivo SIKA-1 más CHEMAYOLIC**

**ITEM 3.1.-** El precio del Adobe Compactado es de S/. 4.10, y el precio de los aditivos para 150 GRAMOS de SIKA-1 y 450 GRAMOS de CHEMAYOLIC el precio total de ambos aditivos es de S/. 4.58, obteniendo el costo total del producto final de la combinación de la tierra cruda más los aditivos mencionado líneas arriba es de S/. 8.68 por UND de ADOBE, según los resultados de ensayos de laboratorio SI ES IMPERMEABLE.

**ITEM 3.2.-** El precio del Adobe Compactado es de S/. 4.10, y el precio de los aditivos para 200 GRAMOS de SIKA-1 y 300 GRAMOS de CHEMAYOLIC el precio total de ambos aditivos es de S/. 3.85, obteniendo el costo total del producto final de la combinación de la tierra cruda más los aditivos mencionado líneas arriba es de S/. 7.95 por UND de ADOBE, según los resultados de ensayos de laboratorio SI ES IMPERMEABLE.

**ITEM 3.3.-** El precio del Adobe Compactado es de S/. 4.10, y el precio de los aditivos para 250 GRAMOS de SIKA-1 y 150 GRAMOS de CHEMAYOLIC el precio total de ambos aditivos es de S/. 3.13, obteniendo el costo total del producto final de la combinación de la tierra cruda más los aditivos mencionado líneas arriba es de S/. 7.23 por UND de ADOBE, según los resultados de ensayos de laboratorio SI ES IMPERMEABLE.

## **COSTO DEL ADOBE ARTESANAL DEL CONVENIO N.º 209 – 2021**

**Tabla 82. Costo del adobe 0.40 x 0.40 x 0.10 m**

| <b>ÍTEM</b>                         | <b>DESCRIPCIÓN</b>    | <b>UND</b> | <b>CANT.</b> | <b>PRECIO S/.</b> | <b>COSTO S/.</b> |
|-------------------------------------|-----------------------|------------|--------------|-------------------|------------------|
| <b>MANO DE OBRA</b>                 |                       |            |              |                   | <b>0.92</b>      |
| 101010003                           | OPERARIO              | HH         | 0.008        | 11.25             | 0.09             |
| 101010005                           | PEÓN                  | HH         | 0.1          | 8.25              | 0.83             |
| <b>MATERIALES</b>                   |                       |            |              |                   | <b>0.18</b>      |
| 210050011                           | TIERRA PREPARADA      | M3         | 0.0173       | 10                | 0.17             |
| 210050012                           | AGUA PUESTA EN OBRA   | M3         | 0.002        | 5                 | 0.01             |
| <b>EQUIPOS</b>                      |                       |            |              |                   | <b>0.03</b>      |
| 301010006                           | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO        | 3            | 0.92              | 0.03             |
| <b>COSTO TOTAL POR UND DE ADOBE</b> |                       |            |              |                   | <b>1.13</b>      |

**Tabla 83. Costo del medio adobe 0.40 x 0.19 x 0.10 m**

| <b>ÍTEM</b>                         | <b>DESCRIPCIÓN</b>    | <b>UND</b> | <b>CANT.</b> | <b>PRECIO S/.</b> | <b>COSTO S/.</b> |
|-------------------------------------|-----------------------|------------|--------------|-------------------|------------------|
| <b>MANO DE OBRA</b>                 |                       |            |              |                   | <b>0.46</b>      |
| 2040100030001                       | OPERARIO              | KG         | 0.004        | 11.25             | 0.05             |
| 2040100030007                       | PEÓN                  | KG         | 0.05         | 8.25              | 0.41             |
| <b>MATERIALES</b>                   |                       |            |              |                   | <b>0.1</b>       |
| 231000028                           | TIERRA PREPARADA      | UND        | 0.0087       | 10                | 0.09             |
| 231000029                           | AGUA PUESTA EN OBRA   | GAL        | 0.002        | 5                 | 0.01             |
| <b>EQUIPOS</b>                      |                       |            |              |                   | <b>0.01</b>      |
| 301489995                           | HERRAMIENTAS MANUALES | DÍA        | 3            | 0.46              | 0.01             |
| <b>COSTO TOTAL POR UND DE ADOBE</b> |                       |            |              |                   | <b>0.57</b>      |

**Tabla 84. Costo que se debe incluir en la elaboración de adobe**

| ÍTEM  | DESCRIPCIÓN                                     | UND  | CANT.    | PRECIO S/. | COSTO S/.           |
|---|---|------|----------|------------|---------------------|
|   | <b>MANO DE OBRA</b>                             |      |          |            | 1290                |
| 2041200020001   | RESPONSABLE DE CAPACITACIÓN                     | KG   | 43       | 30         | 1290                |
|   | <b>MATERIALES</b>                               |      |          |            | <b>8,894.55</b>     |
| 231010035   | PLÁSTICO DOBLE ANCHO                            | PZA. | 1,075.00 | 4.5        | 4,837.50            |
| 270010288   | CASCO DE SEGURIDAD                              | UND  | 64.5     | 6          | 387                 |
| 270110324   | LENTES DE POLICARBONATO LUNA OSCURA             | GAL  | 64.5     | 6.9        | 445.05              |
| 272010089   | GUANTES DE CUERO                                | M    | 64.5     | 15         | 967.5               |
| 290150029   | CHALECO REFLECTIVO                              | UND  | 64.5     | 10         | 645                 |
| 2902300010007   | BOTAS DE JEBE                                   | UND  | 64.5     | 25         | 1,612.50            |
|   | <b>EQUIPOS</b>                                  |      |          |            | <b>3,440.00</b>     |
| 301010058   | ADOBERA DE 0.40 X 0.40 SEGÚN DISEÑO             | GLB  | 43       | 40         | 1,720.00            |
| 301012024   | ADOBERA MELLICERA (0.40X0.19X0.10) SEGÚN DISEÑO | GLB  | 43       | 40         | 1,720.00            |
| <b>COSTO TOTAL QUE CORRESPONDE PARA LOS 43 BENEFICIARIOS</b>  |   |      |          |            | <b>S/ 13,624.55</b> |
| <b>COSTO QUE LO CORRESPONDE POR BENEFICIARIO POR LA ELABORACIÓN DE ADOBE</b>  |   |      |          |            | <b>S/ 316.85</b>    |
| <b>COSTO TOTAL POR UND DE ADOBE - SE ELABORÓ 1,650 UND DE ADOBES DE (800 UND DE ADOBE GRANDES Y 850 UND DE ADOBE MEDIANO)</b> |   |      |          |            | <b>S/ 0.20</b>      |

**Tabla 85. Costo del adobes compactado e impermeable sin aditivo**

| ÍTEM                                | DESCRIPCIÓN                            | UND | CANT. | PRECIO S/. | COSTO S/.       |
|-------------------------------------|--|-----|-------|------------|-----------------|
|                                     | <b>MANO DE OBRA</b>                    |     |       |            | <b>230</b>      |
| 1                                   | OPERARIO                               | DÍA | 2     | 65         | 130             |
| 2                                   | PEÓN                                   | DÍA | 2     | 50         | 100             |
|                                     | <b>MATERIALES</b>                      |     |       |            | <b>102.5</b>    |
| 3                                   | TIERRA COMPRADA                        | M3  | 4.5   | 21         | 94.5            |
| 4                                   | AGUA PUESTA EN OBRA                    | M3  | 1     | 8          | 8               |
|                                     | <b>EQUIPOS</b>                         |     |       |            | <b>560</b>      |
| 5                                   | HERRAMIENTAS MANUALES                  | GLB | 1     | 110        | 110             |
| 6                                   | MÁQUINA PARA ELABORAR ADOBE COMPACTADO | GLB | 1     | 450        | 450             |
| <b>COSTO TOTAL</b>                  |  |     |       |            | <b>S/892.50</b> |
| <b>COSTO TOTAL POR UND DE ADOBE</b> |  |     |       |            | <b>S/ 4.10</b>  |

**Tabla 86. Costo del aditivo Sika -1**

| ÍTEM   | DESCRIPCIÓN                                   | UND | CANT. | PRECIO S/. | COSTO S/.        |
|--|---|-----|-------|------------|------------------|
| <b>MATERIALES</b>  |   |     |       |            | <b>230.4</b>     |
| 1  | SIKA - 1 (PARA 1.5% EQUIVALENTE A 300 GRAMOS) | KG  | 7.2   | 8          | 57.6             |
| <b>COSTO TOTAL POR LA ELABORACIÓN DE 24 UND DE ADOBE</b>                               |   |     |       |            | <b>S/ 57.60</b>  |
| 2  | SIKA - 1 (PARA 2.0% EQUIVALENTE A 400 GRAMOS) | KG  | 9.6   | 8          | 76.8             |
| <b>COSTO TOTAL POR LA ELABORACIÓN DE 24 UND DE ADOBE</b>                               |   |     |       |            | <b>S/ 76.80</b>  |
| 3  | SIKA - 1 (PARA 2.5% EQUIVALENTE A 500 GRAMOS) | KG  | 12    | 8          | 96               |
| <b>COSTO TOTAL POR LA ELABORACIÓN DE 24 UND DE ADOBE</b>                               |   |     |       |            | <b>S/ 96.00</b>  |
| <b>COSTO TOTAL</b>   |   |     |       |            | <b>S/ 230.40</b> |
| <b>COSTO TOTAL POR UND DE ADOBE DE "SIKA - 1 (PARA 1.5% EQUIVALENTE A 300 GRAMOS)"</b> |   |     |       |            | <b>S/ 2.40</b>   |
| <b>COSTO TOTAL POR UND DE ADOBE DE "SIKA - 1 (PARA 2.0% EQUIVALENTE A 400 GRAMOS)"</b> |   |     |       |            | <b>S/ 3.20</b>   |
| <b>COSTO TOTAL POR UND DE ADOBE DE "SIKA - 1 (PARA 2.5% EQUIVALENTE A 500 GRAMOS)"</b> |   |     |       |            | <b>S/ 4.00</b>   |

**Tabla 87. Costo del aditivo Chemayolic**

| ÍTEM   | DESCRIPCIÓN                                     | UND | CANT. | PRECIO S/. | COSTO S/.        |
|--|---|-----|-------|------------|------------------|
| <b>MATERIALES</b>  |   |     |       |            | <b>324</b>       |
| 1  | CHEMAYOLIC (PARA 1.5% EQUIVALENTE A 300 GRAMOS) | KG  | 7.2   | 7.5        | 54               |
| <b>COSTO TOTAL POR LA ELABORACIÓN DE 24 UND DE ADOBE</b>                                 |   |     |       |            | <b>S/ 54.00</b>  |
| 2  | CHEMAYOLIC (PARA 3.0% EQUIVALENTE A 600 GRAMOS) | KG  | 14.4  | 7.5        | 108              |
| <b>COSTO TOTAL POR LA ELABORACIÓN DE 24 UND DE ADOBE</b>                                 |   |     |       |            | <b>S/ 108.00</b> |
| 3  | CHEMAYOLIC (PARA 4.5% EQUIVALENTE A 900 GRAMOS) | KG  | 21.6  | 7.5        | 162              |
| <b>COSTO TOTAL POR LA ELABORACIÓN DE 24 UND DE ADOBE</b>                                 |   |     |       |            | <b>S/ 162.00</b> |
| <b>COSTO TOTAL</b>   |   |     |       |            | <b>S/324.00</b>  |
| <b>COSTO TOTAL POR UND DE ADOBE DE "CHEMAYOLIC (PARA 1.5% EQUIVALENTE A 300 GRAMOS)"</b> |   |     |       |            | <b>S/ 2.25</b>   |
| <b>COSTO TOTAL POR UND DE ADOBE DE "CHEMAYOLIC (PARA 3.0% EQUIVALENTE A 600 GRAMOS)"</b> |   |     |       |            | <b>S/ 4.50</b>   |
| <b>COSTO TOTAL POR UND DE ADOBE DE "CHEMAYOLIC (PARA 4.5% EQUIVALENTE A 900 GRAMOS)"</b> |   |     |       |            | <b>S/ 6.75</b>   |

**Tabla 88. Costo de la combinación de aditivos Sika-1 más Chemayolic**

| ÍTEM  | DESCRIPCIÓN  | UND | CANT. | PRECIO S/. | COSTO S/.        |
|---|--|-----|-------|------------|------------------|
|   | <b>MATERIALES</b>  |     |       |            | <b>277.2</b>     |
| 1   | SIKA-1 MÁS CHEMAYOLIC<br>(PARA 2.0% EQUIVALENTE A<br>400 GRAMOS) | KG  | 3.6   | 8          | 28.8             |
|   |  | KG  | 10.8  | 7.5        | 81               |
| <b>COSTO TOTAL POR LA ELABORACIÓN DE 24 UND DE ADOBE</b>  |  |     |       |            | <b>S/ 109.80</b> |
| 2   | SIKA-1 MÁS CHEMAYOLIC<br>(PARA 2.5% EQUIVALENTE A<br>500 GRAMOS) | KG  | 4.8   | 8          | 38.4             |
|   |  | KG  | 7.2   | 7.5        | 54               |
| <b>COSTO TOTAL POR LA ELABORACIÓN DE 24 UND DE ADOBE</b>  |  |     |       |            | <b>S/ 92.40</b>  |
| 3   | SIKA-1 MÁS CHEMAYOLIC<br>(PARA 3.0% EQUIVALENTE A<br>600 GRAMOS) | KG  | 6     | 8          | 48               |
|   |  | KG  | 3.6   | 7.5        | 27               |
| <b>COSTO TOTAL POR LA ELABORACIÓN DE 24 UND DE ADOBE</b>  |  |     |       |            | <b>S/ 75.00</b>  |
| <b>COSTO TOTAL</b>  |  |     |       |            | <b>S/ 277.20</b> |
| <b>COSTO TOTAL POR UND DE ADOBE DE "SIKA-1 MÁS CHEMAYOLIC<br/>(PARA 2.0% EQUIVALENTE A 400 GRAMOS)"</b> |  |     |       |            | <b>S/ 4.58</b>   |
| <b>COSTO TOTAL POR UND DE ADOBE DE "SIKA-1 MÁS CHEMAYOLIC<br/>(PARA 2.5% EQUIVALENTE A 500 GRAMOS)"</b> |  |     |       |            | <b>S/ 3.85</b>   |
| <b>COSTO TOTAL POR UND DE ADOBE DE "SIKA-1 MÁS CHEMAYOLIC<br/>(PARA 2.5% EQUIVALENTE A 500 GRAMOS)"</b> |  |     |       |            | <b>S/ 3.13</b>   |

#### 4.2.5 Prueba de hipótesis

- Absorción (%) al adicionar Sika-1:

##### **Descriptivos:**

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron luego de aplicar el aditivo impermeabilizante Sika-1 en distintos porcentajes, se procesaron los datos descriptivos referentes a la absorción del adobe compactado. La tabla 89 muestra el resultado estadísticamente trabajado, y analizado con la asignación de rangos previamente determinado en cuanto a los porcentajes de adición de Sika-1. Se buscó encontrar la más verídica distribución de datos, con la cual lograr una adecuada validación de variables.

##### **Tabla 89. Descriptivos – Absorción (%) Sika-1**

**Descriptivos**

| Adición de Sika-1 (%) |         |   | Estadístico     | Desv. Error                                 |                 |         |
|-----------------------|---------|---|-----------------|---|-----------------|---------|
| Absorción (%)         | ,00     | Media                                       | 34,4867         | 2,20736                                     |                 |         |
|                       |         | 95% de intervalo de confianza para la media | Límite inferior | 28,8125                                     |                 |         |
|                       |         |   | Límite superior | 40,1609                                     |                 |         |
|                       |         | Media recortada al 5%                       | 34,5880         |   |                 |         |
|                       |         | Mediana                                     | 34,2400         |   |                 |         |
|                       |         | Varianza                                    | 29,235          |   |                 |         |
|                       |         | Desv. Desviación                            | 5,40691         |   |                 |         |
|                       |         | Mínimo                                      | 26,52           |   |                 |         |
|                       |         | Máximo                                      | 40,63           |   |                 |         |
|                       |         | Rango                                       | 14,11           |   |                 |         |
|                       |         | Rango intercuartil                          | 10,15           |   |                 |         |
|                       |         | Asimetría                                   | -,261           | ,845  |                 |         |
|                       |         | Curtosis                                    | -,897           | 1,741                                       |                 |         |
|                       |         | 1,50  | 1,50            | Media                                       | 27,5500         | 1,55257 |
|                       |         |   |                 | 95% de intervalo de confianza para la media | Límite inferior | 23,5590 |
| Límite superior       | 31,5410 |   |                 |   |                 |         |
| Media recortada al 5% | 27,5911 |   |                 |   |                 |         |
| Mediana               | 29,1250 |   |                 |   |                 |         |
| Varianza              | 14,463  |   |                 |   |                 |         |
| Desv. Desviación      | 3,80299 |   |                 |   |                 |         |
| Mínimo                | 22,77   |   |                 |   |                 |         |
| Máximo                | 31,59   |   |                 |   |                 |         |
| Rango                 | 8,82    |   |                 |   |                 |         |
| Rango intercuartil    | 7,54    |   |                 |   |                 |         |
| Asimetría             | -,711   |   |                 | ,845  |                 |         |
| Curtosis              | -1,750  |   |                 | 1,741                                       |                 |         |
| 2,00                  | 2,00    |   |                 | Media                                       | 19,4317         | 1,47464 |
|                       |         |   |                 | 95% de intervalo de confianza para la media | Límite inferior | 15,6410 |
|                       |         | Límite superior                             | 23,2223         |   |                 |         |

|      |   |                                    |                    |
|------|---|------------------------------------|--------------------|
|      | Media recortada al 5%                       | 19,4574                            |                    |
|      | Mediana                                     | 19,7950                            |                    |
|      | Varianza                                    | 13,047                             |                    |
|      | Desv. Desviación                            | 3,61210                            |                    |
|      | Mínimo                                      | 14,83                              |                    |
|      | Máximo                                      | 23,57                              |                    |
|      | Rango                                       | 8,74                               |                    |
|      | Rango intercuartil                          | 7,60                               |                    |
|      | Asimetría                                   | -,230                              | ,845               |
|      | Curtosis                                    | -1,790                             | 1,741              |
| 2,50 | Media                                       | 13,9067                            | 1,26538            |
|      | 95% de intervalo de confianza para la media | Límite inferior<br>Límite superior | 10,6539<br>17,1594 |
|      | Media recortada al 5%                       | 14,1652                            |                    |
|      | Mediana                                     | 15,0450                            |                    |
|      | Varianza                                    | 9,607                              |                    |
|      | Desv. Desviación                            | 3,09955                            |                    |
|      | Mínimo                                      | 7,60                               |                    |
|      | Máximo                                      | 15,56                              |                    |
|      | Rango                                       | 7,96                               |                    |
|      | Rango intercuartil                          | 2,28                               |                    |
|      | Asimetría                                   | -2,414                             | ,845               |
|      | Curtosis                                    | 5,867                              | 1,741              |

### Prueba de normalidad:

Las hipótesis planteadas se relacionan con la distribución de la muestra bajo un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ :

Ho: Datos que se originan en una distribución normal.

H1: Datos que no se originan en una distribución normal.

La Tabla 90 muestra el análisis de la prueba de normalidad que se obtuvo luego de analizar la absorción del adobe compactado, donde a distintos porcentajes de adición de Sika-1 se asignaron seis grados de libertad a los rangos asignados al análisis estadístico. Cuando los grados de libertad están por debajo de 50, corresponde analizar por el método “Shapiro-Wilk”, donde se considera que uno de los valores de significancia es menor a 0.05, entonces, la distribución de datos no es paramétrica.

**Tabla 90. Prueba de normalidad - Absorción (%) Sika-1**

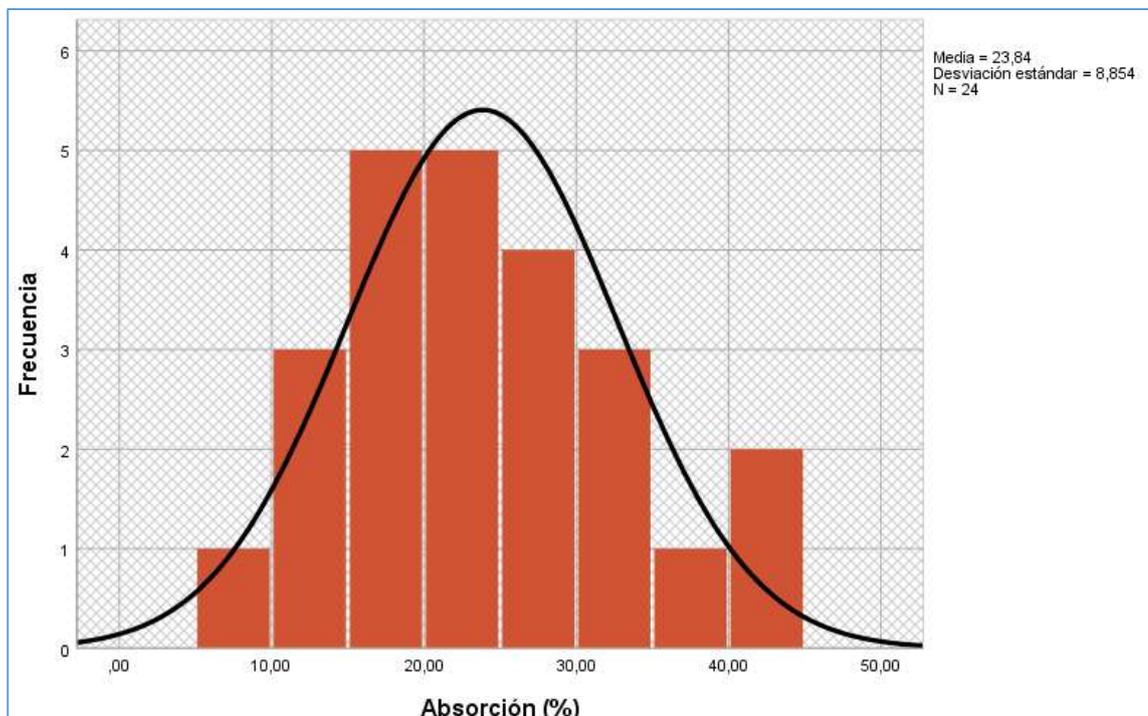
|                       |      | Pruebas de normalidad           |    |       |              |    |      |
|-----------------------|------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| Adición de Sika-1 (%) |      | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|                       |      | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| Absorción (%)         | ,00  | ,182                            | 6  | ,200  | ,948         | 6  | ,726 |
|                       | 1,50 | ,324                            | 6  | ,048  | ,814         | 6  | ,079 |
|                       | 2,00 | ,183                            | 6  | ,200* | ,918         | 6  | ,495 |
|                       | 2,50 | ,459                            | 6  | ,000  | ,574         | 6  | ,000 |

\*. Esto es un limite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Histograma:**

El siguiente gráfico presenta el histograma que resulta para la absorción del adobe compactado en adición de Sika-1. Donde se puede apreciar una frecuencia con un sesgo simétrico a la distribución de datos, para la distribución de datos no paramétrica. La absorción muestra una media de 23.84 en los 24 datos analizados, y desviación estándar de 8.854.



**Figura 39. Histograma - Absorción (%) Sika-1**

### **Análisis de varianza:**

Las hipótesis son planteadas en relación a la comparación de las medias con un nivel de significancia  $\alpha=0.05$ .

Ho: La diferencia estadística entre las medias es prácticamente nula.

H1: La diferencia estadística entre las medias es significativa.

El análisis de varianza de dos factores fue analizado, bajo una distribución de datos no paramétrica. Si entre grupos existe una significancia menor de 0.05, la hipótesis nula es rechazada, en caso contrario se acepta. La tabla 91 presenta los resultados del análisis de varianza con respecto a la absorción del adobe compactado.

**Tabla 91. Análisis de varianza - Absorción (%) Sika-1**

| <b>ANOVA</b>     |                   |    |                  |        |      |
|------------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| Absorción (%)    |                   |    |                  |        |      |
|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F      | Sig. |
| Entre grupos     | 1471,320          | 3  | 490,440          | 29,566 | ,000 |
| Dentro de grupos | 331,759           | 20 | 16,588           |        |      |
| Total            | 1803,080          | 23 |                  |        |      |

Se obtuvo que la significancia es de  $1.50 \times 10^{-7}$  menor a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se infiere que existe diferencia estadística significativa entre las medias de la adición de Sika-1 a un nivel de significación de  $\alpha=0.05$  y que las proporciones de adición influyen de manera diferente y significativa en la absorción del adobe compactado. Por lo que se desarrolla la prueba de Duncan para verificar que las medias son diferentes estadísticamente.

**Tabla 92. Análisis de varianza Duncan - Absorción (%) Sika-1**

| Absorción (%)         |   |                              |         |         |         |
|-----------------------|---|------------------------------|---------|---------|---------|
| Duncan <sup>a</sup>   |   |                              |         |         |         |
| Adición de Sika-1 (%) | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |         |         |         |
|                       |   | 1                            | 2       | 3       | 4       |
| 2,50                  | 6 | 13,9067                      |         |         |         |
| 2,00                  | 6 |                              | 19,4317 |         |         |
| 1,50                  | 6 |                              |         | 27,5500 |         |
| ,00                   | 6 |                              |         |         | 34,4867 |
| Sig.                  |   | 1,000                        | 1,000   | 1,000   | 1,000   |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6,000.

Según los resultados obtenidos de la prueba de hipótesis de Duncan, la cual se emplea cuando las medias de los porcentajes de adición de Sika-1 son diferentes, se verifica que todas las medias son diferentes y se debe destacar que el 2.5% de adición de Sika-1 proporcionó mejores resultados.

**ANOVA:**

La tabla 93 muestra el análisis no paramétrico, y a la vez no se trata de una distribución normal, de acuerdo al análisis de varianza de Kuskal Wallis aplicado a las variables de absorción en diferentes dosis de SIKKA-1.

**Tabla 93. Prueba de ANOVA - Absorción (%) Sika-1**

| Resumen de prueba de hipótesis |   |   |      |                             |
|--------------------------------|---|---|------|-----------------------------|
|                                | Hipótesis nula  | Prueba  | Sig. | Decisión                    |
| <b>1</b>                       | La distribución de Absorción (%) es la misma entre las categorías de Adición de Sika-1 (%). | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | ,000 | Rechazar la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Al rechazar la hipótesis nula se concluye que la comparación entre medias obtuvo una significancia de 0.000 menor a 0.05, por lo que existe diferencia en las medias en al menos dos de los grupos analizados, como se obtuvo en el análisis de varianza por Duncan.

### Dispersión de puntos:

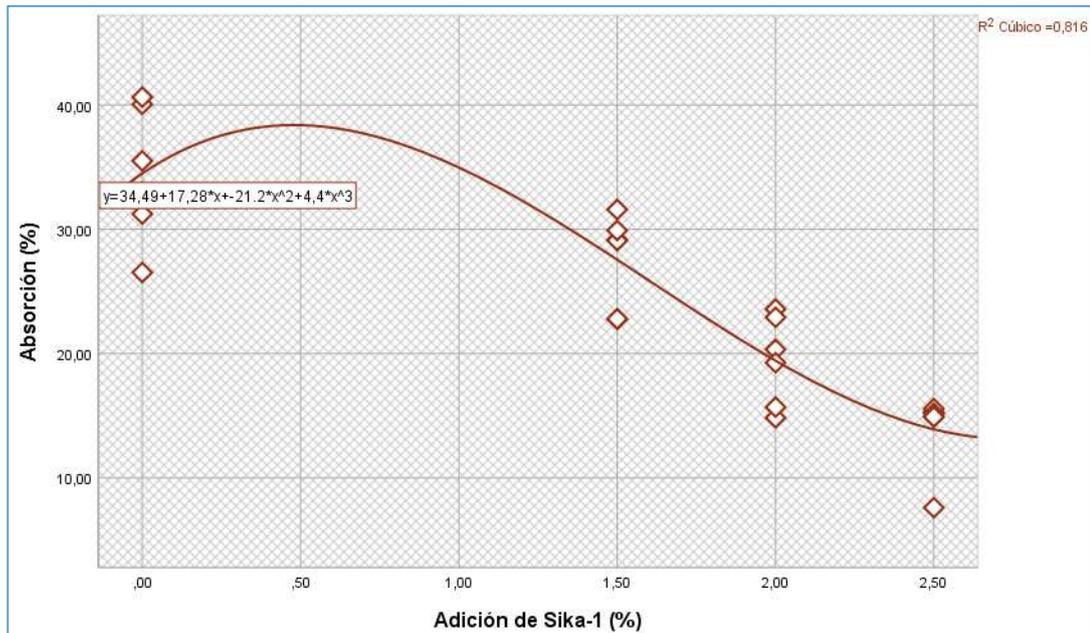


Figura 40. Diagrama de dispersión – Absorción (%) Sika-1

- Succión (gr./min/200cm<sup>2</sup>) al adicionar Sika-1:

### Descriptivos:

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron luego de aplicar el aditivo impermeabilizante Sika-1 en distintos porcentajes, se procesaron los datos descriptivos referentes a la succión del adobe compactado. La tabla 94 muestra el resultado estadísticamente trabajado, y analizado con la asignación de rangos previamente determinado en cuanto a los porcentajes de adición de Sika-1. Se buscó encontrar la más verídica distribución de datos, con la cual lograr una adecuada validación de variables.

**Tabla 94. Descriptivos – Succión (gr/min/200cm2) Sika-1**

|                              |     |   | Descriptivos    |             |       |
|------------------------------|-----|---|-----------------|-------------|-------|
| Adición de Sika-1 (%)        |     |   | Estadístico     | Desv. Error |       |
| Succión (gr.<br>/min/200cm2) | ,00 | Media                                       | 10,1833         | ,06561      |       |
|                              |     | 95% de intervalo de confianza para la media | Limite inferior | 10,0147     |       |
|                              |     |   | Limite superior | 10,3520     |       |
|                              |     | Media recortada al 5%                       |                 | 10,1831     |       |
|                              |     | Mediana                                     |                 | 10,1800     |       |
|                              |     | Varianza                                    |                 | ,026        |       |
|                              |     | Desv. Desviación                            |                 | ,16071      |       |
|                              |     | Mínimo                                      |                 | 10,00       |       |
|                              |     | Máximo                                      |                 | 10,37       |       |
|                              |     | Rango                                       |                 | ,37         |       |
|                              |     | Rango intercuartil                          |                 | ,29         |       |
|                              |     | Asimetría                                   |                 | ,020        | ,845  |
|                              |     | Curtosis                                    |                 | -2,783      | 1,741 |

|   |   |                 |        |        |
|---|---|-----------------|--------|--------|
| 1,50  | Media                                       |                 | 9,7783 | ,06343 |
|   | 95% de intervalo de confianza para la media | Límite inferior | 9,6153 |        |
|   |   | Límite superior | 9,9414 |        |
|   | Media recortada al 5%                       |                 | 9,7781 |        |
|   | Mediana                                     |                 | 9,7750 |        |
|   | Varianza                                    |                 | ,024   |        |
|   | Desv. Desviación                            |                 | ,15536 |        |
|   | Mínimo                                      |                 | 9,60   |        |
|   | Máximo                                      |                 | 9,96   |        |
|   | Rango                                       |                 | ,36    |        |
|   | Rango intercuartil                          |                 | ,29    |        |
|   | Asimetría                                   |                 | ,022   | ,845   |
|   | Curtosis                                    |                 | -2,745 | 1,741  |
|   | 2,00  | Media           |        | 7,6150 |
| 95% de intervalo de confianza para la media |   | Límite inferior | 7,4456 |        |
|   |   | Límite superior | 7,7844 |        |
| Media recortada al 5%                       |   |                 | 7,6117 |        |
| Mediana                                     |   |                 | 7,5900 |        |
| Varianza                                    |   |                 | ,026   |        |
| Desv. Desviación                            |   |                 | ,16146 |        |
| Mínimo                                      |   |                 | 7,42   |        |
| Máximo                                      |   |                 | 7,87   |        |
| Rango                                       |   |                 | ,45    |        |
| Rango intercuartil                          |   |                 | ,28    |        |
| Asimetría                                   |   |                 | ,616   | ,845   |
| Curtosis                                    |   |                 | -,091  | 1,741  |
| 2,50  |   | Media           |        | 5,6333 |
|   | 95% de intervalo de confianza para la media | Límite inferior | 5,5407 |        |
|   |   | Límite superior | 5,7259 |        |
|   | Media recortada al 5%                       |                 | 5,6320 |        |
|   | Mediana                                     |                 | 5,6200 |        |
|   | Varianza                                    |                 | ,008   |        |
|   | Desv. Desviación                            |                 | ,08824 |        |
|   | Mínimo                                      |                 | 5,54   |        |
|   | Máximo                                      |                 | 5,75   |        |
|   | Rango                                       |                 | ,21    |        |
|   | Rango intercuartil                          |                 | ,17    |        |
|   | Asimetría                                   |                 | ,274   | ,845   |
|   | Curtosis                                    |                 | -2,296 | 1,741  |

### Prueba de normalidad:

Las hipótesis planteadas se relacionan con la distribución de la muestra bajo un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ :

Ho: Datos que se originan en una distribución normal.

H1: Datos que no se originan en una distribución normal.

La Tabla 95 muestra el análisis de la prueba de normalidad que se obtuvo luego de analizar la succión del adobe compactado, donde a distintos porcentajes de adición de Sika-1 se asignaron seis grados de libertad a los rangos asignados al análisis estadístico. Cuando los grados de libertad están por debajo de 50, corresponde analizar por el método “Shapiro-Wilk”, donde se considera que uno de los valores de significancia es menor a 0.05, entonces, la distribución de datos no es paramétrica.

**Tabla 95. Prueba de normalidad – Succión (gr/min/200cm2) Sika-1**

|                          |                       | Pruebas de normalidad           |    |       |              |    |      |
|--------------------------|-----------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|                          | Adición de Sika-1 (%) | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|                          |                       | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| Succión (gr./min/200cm2) | ,00                   | ,260                            | 6  | ,200* | ,859         | 6  | ,187 |
|                          | 1,50                  | ,257                            | 6  | ,200* | ,864         | 6  | ,205 |
|                          | 2,00                  | ,154                            | 6  | ,200* | ,974         | 6  | ,921 |
|                          | 2,50                  | ,264                            | 6  | ,200* | ,888         | 6  | ,309 |

\*. Esto es un limite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

### Histograma:

El siguiente gráfico presenta el histograma que resulta para la succión del adobe compactado en adición de Sika-1. Donde se puede apreciar una frecuencia con un sesgo simétrico a la distribución de datos, para la distribución de datos no paramétrica. La succión muestra una media de 8.3 en los 24 datos analizados, y desviación estándar de 1.868.

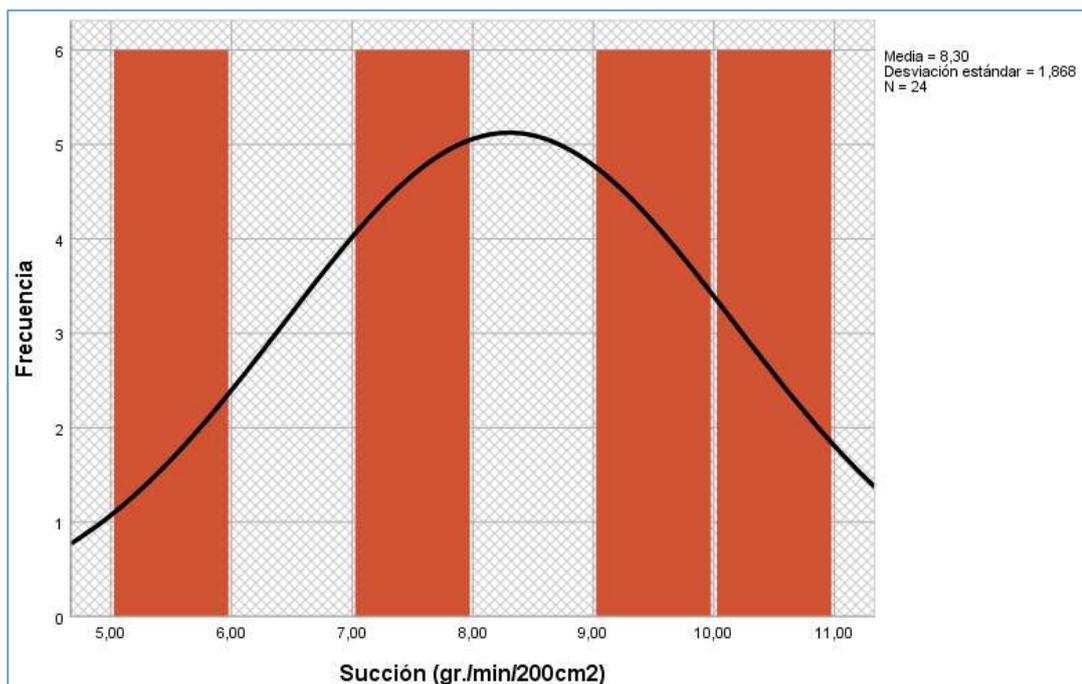


Figura 41. Histograma – Succión (gr/min/200cm2) Sika-1

### Análisis de varianza:

Las hipótesis son planteadas en relación a la comparación de las medias con un nivel de significancia  $\alpha=0.05$ .

Ho: La diferencia estadística entre las medias es prácticamente nula.

H1: La diferencia estadística entre las medias es significativa.

El análisis de varianza de dos factores fue analizado, bajo una distribución de datos no paramétrica. Si entre grupos existe una significancia menor de 0.05, la hipótesis nula es rechazada, en caso contrario se acepta. La tabla 96 presenta los resultados del análisis de varianza con respecto a la SUCCIÓN del adobe compactado.

**Tabla 96. Análisis de varianza ANOVA – Succión (gr/min/200cm<sup>2</sup>) Sika-1**

| ANOVA                                 |                   |    |                  |          |      |
|---------------------------------------|-------------------|----|------------------|----------|------|
| Succión (gr./min/200cm <sup>2</sup> ) |                   |    |                  |          |      |
|                                       | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F        | Sig. |
| Entre grupos                          | 79,876            | 3  | 26,625           | 1270,601 | ,000 |
| Dentro de grupos                      | ,419              | 20 | ,021             |          |      |
| Total                                 | 80,295            | 23 |                  |          |      |

Se obtuvo que la significancia es de  $5.54 \times 10^{-23}$  menor a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se infiere que existe diferencia estadística significativa entre las medias de la adición de Sika-1 a un nivel de significación de  $\alpha=0.05$  y que las proporciones de adición influyen de manera diferente y significativa en la succión en el adobe compactado.

### Diagrama de dispersión:

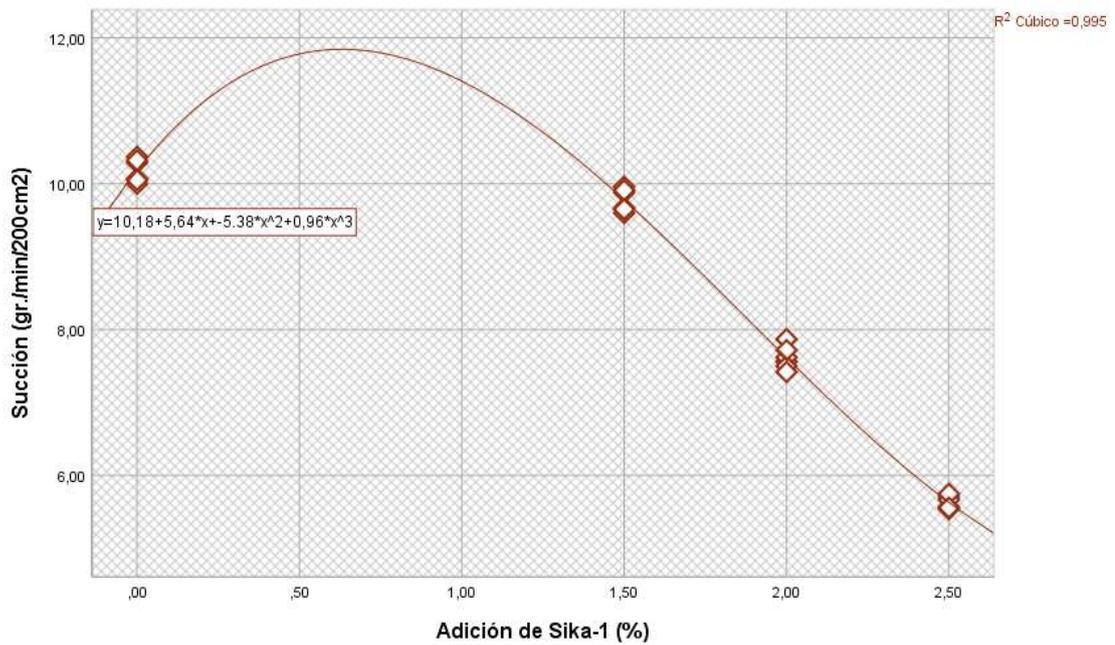


Figura 42. Diagrama de dispersión – Succión (gr/min/200cm2) Sika-1

- Resistencia a compresión (Kg/cm2) al adicionar Sika-1:

### Descriptivos:

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron luego de aplicar el aditivo impermeabilizante Sika-1 en distintos porcentajes, se procesaron los datos descriptivos referentes a la resistencia a la compresión del adobe compactado. La tabla 97 muestra el resultado estadísticamente trabajado, y analizado con la asignación de rangos previamente determinado en cuanto a los porcentajes de adición de Sika-1. Se buscó encontrar la más verídica distribución de datos, con la cual lograr una adecuada validación de variables.

**Tabla 97. Descriptivos – Resistencia a compresión (Kg/cm2) Sika-1**

|                                   |     |   | Descriptivos    |             |       |
|-----------------------------------|-----|---|-----------------|-------------|-------|
| Adición de Sika-1 (%)             |     |   | Estadístico     | Desv. Error |       |
| Resistencia a compresión (Kg/cm2) | ,00 | Media                                       | 22,5233         | 1,14753     |       |
|                                   |     | 95% de intervalo de confianza para la media | Limite inferior | 19,5735     |       |
|                                   |     |   | Limite superior | 25,4732     |       |
|                                   |     | Media recortada al 5%                       |                 | 22,4698     |       |
|                                   |     | Mediana                                     |                 | 22,3850     |       |
|                                   |     | Varianza                                    |                 | 7,901       |       |
|                                   |     | Desv. Desviación                            |                 | 2,81087     |       |
|                                   |     | Mínimo                                      |                 | 18,75       |       |
|                                   |     | Máximo                                      |                 | 27,26       |       |
|                                   |     | Rango                                       |                 | 8,51        |       |
|                                   |     | Rango intercuartil                          |                 | 3,81        |       |
|                                   |     | Asimetría                                   |                 | ,673        | ,845  |
|                                   |     | Curtosis                                    |                 | 1,723       | 1,741 |

|   |   |                 |         |         |
|---|---|-----------------|---------|---------|
| 1,50  | Media                                       |                 | 20,9583 | 1,56024 |
|   | 95% de intervalo de confianza para la media | Límite inferior | 16,9476 |         |
|   |   | Límite superior | 24,9691 |         |
|   | Media recortada al 5%                       |                 | 20,9859 |         |
|   | Mediana                                     |                 | 22,0650 |         |
|   | Varianza                                    |                 | 14,606  |         |
|   | Desv. Desviación                            |                 | 3,82179 |         |
|   | Mínimo                                      |                 | 15,41   |         |
|   | Máximo                                      |                 | 26,01   |         |
|   | Rango                                       |                 | 10,60   |         |
|   | Rango intercuartil                          |                 | 6,45    |         |
|   | Asimetría                                   |                 | -,394   | ,845    |
|   | Curtosis                                    |                 | -,536   | 1,741   |
|   | 2,00  | Media           |         | 18,5367 |
| 95% de intervalo de confianza para la media |   | Límite inferior | 15,7802 |         |
|   |   | Límite superior | 21,2931 |         |
| Media recortada al 5%                       |   |                 | 18,5524 |         |
| Mediana                                     |   |                 | 18,4050 |         |
| Varianza                                    |   |                 | 6,899   |         |
| Desv. Desviación                            |   |                 | 2,62663 |         |
| Mínimo                                      |   |                 | 14,88   |         |
| Máximo                                      |   |                 | 21,91   |         |
| Rango                                       |   |                 | 7,03    |         |
| Rango intercuartil                          |   |                 | 4,94    |         |
| Asimetría                                   |   |                 | -,055   | ,845    |
| Curtosis                                    |   |                 | -1,060  | 1,741   |
| 2,50  |   | Media           |         | 20,5750 |
|   | 95% de intervalo de confianza para la media | Límite inferior | 16,3612 |         |
|   |   | Límite superior | 24,7888 |         |
|   | Media recortada al 5%                       |                 | 20,6389 |         |
|   | Mediana                                     |                 | 20,8200 |         |
|   | Varianza                                    |                 | 16,122  |         |
|   | Desv. Desviación                            |                 | 4,01526 |         |
|   | Mínimo                                      |                 | 14,77   |         |
|   | Máximo                                      |                 | 25,23   |         |
|   | Rango                                       |                 | 10,46   |         |
|   | Rango intercuartil                          |                 | 7,47    |         |
|   | Asimetría                                   |                 | -,329   | ,845    |
|   | Curtosis                                    |                 | -1,275  | 1,741   |

### Prueba de normalidad:

Las hipótesis planteadas se relacionan con la distribución de la muestra bajo un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ :

Ho: Datos que se originan en una distribución normal.

H1: Datos que no se originan en una distribución normal.

La Tabla 98 muestra el análisis de la prueba de normalidad que se obtuvo luego de analizar la resistencia a la compresión del adobe compactado, donde a distintos porcentajes de adición de Sika-1 se asignaron seis grados de libertad a los rangos asignados al análisis estadístico. Cuando los grados de libertad están por debajo de 50, corresponde analizar por el método “Shapiro-Wilk”, donde se considera que uno de los valores de significancia es menor a 0.05, entonces, la distribución de datos no es paramétrica.

**Tabla 98. Prueba de normalidad – Resistencia a compresión (Kg/cm2) Sika-1**

|                                   |      | Pruebas de normalidad           |    |       |              |    |      |
|-----------------------------------|------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|                                   |      | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
| Adición de Sika-1 (%)             |      | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| Resistencia a compresión (Kg/cm2) | ,00  | ,224                            | 6  | ,200* | ,951         | 6  | ,745 |
|                                   | 1,50 | ,277                            | 6  | ,166* | ,930         | 6  | ,582 |
|                                   | 2,00 | ,152                            | 6  | ,200* | ,977         | 6  | ,934 |
|                                   | 2,50 | ,160                            | 6  | ,200* | ,959         | 6  | ,809 |

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

### Histograma:

El siguiente gráfico presenta el histograma que resulta para la resistencia a la compresión del adobe compactado en adición de Sika-1. Donde se puede apreciar una frecuencia con un sesgo simétrico a la distribución de datos, para la distribución de datos no paramétrica. La resistencia a la compresión muestra una media de 20.65 en los 24 datos analizados, y desviación estándar de 3.465.

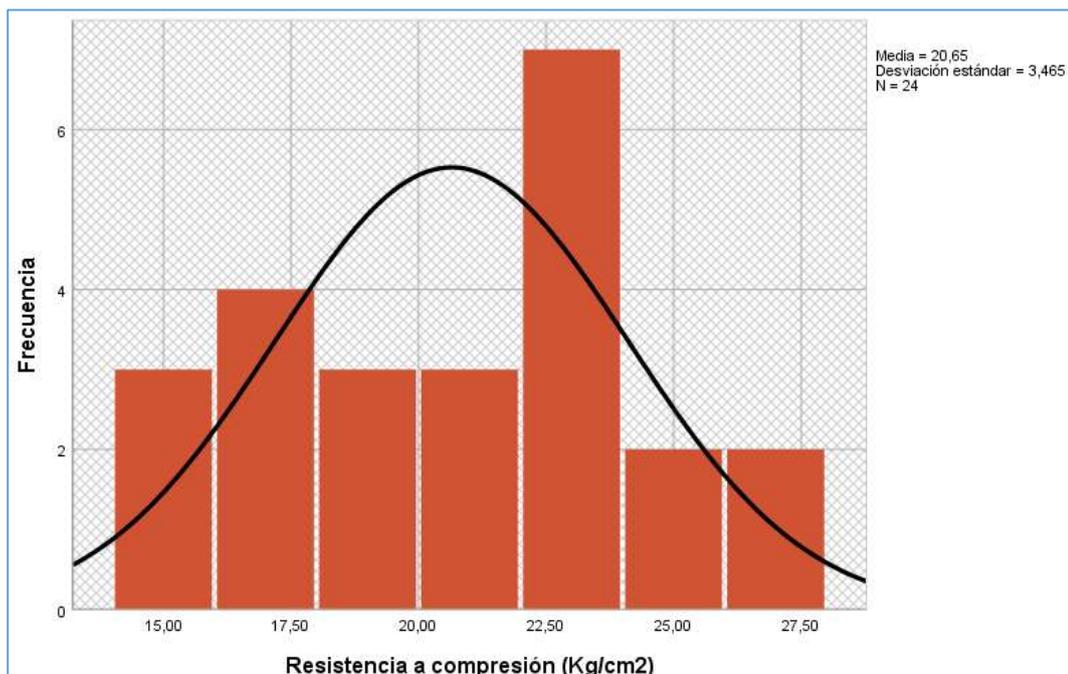


Figura 43. Histograma – Resistencia a compresión (Kg/cm2) Sika-1

### **Análisis de varianza:**

Las hipótesis son planteadas en relación a la comparación de las medias con un nivel de significancia  $\alpha=0.05$ .

Ho: La diferencia estadística entre las medias es prácticamente nula.

H1: La diferencia estadística entre las medias es significativa.

El análisis de varianza de dos factores fue analizado, bajo una distribución de datos no paramétrica. Si entre grupos existe una significancia menor de 0.05, la hipótesis nula es rechazada, en caso contrario se acepta. La tabla 99 presenta los resultados del análisis de varianza con respecto a la RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN del adobe compactado.

**Tabla 99. Análisis de varianza ANOVA – Resistencia a compresión (Kg/cm2) Sika-1**

| <b>ANOVA</b>                      |                   |    |                  |       |      |
|-----------------------------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Resistencia a compresión (Kg/cm2) |                   |    |                  |       |      |
|                                   | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F     | Sig. |
| Entre grupos                      | 48,457            | 3  | 16,152           | 1,419 | ,267 |
| Dentro de grupos                  | 227,643           | 20 | 11,382           |       |      |
| Total                             | 276,100           | 23 |                  |       |      |

La significancia fue de 0.267, mayor que 0.05, entonces, se acepta la hipótesis nula y se deduce que no hay diferencia estadística significativa entre las medias de la adición de Sika-1 con nivel de significación de  $\alpha=0.05$ , además, las proporciones de adición no tienen una influencia significativa en la resistencia a compresión del adobe compactado.

### **Diagrama de dispersión:**

De acuerdo con la tabla 99, se presenta en la siguiente grafica el cuadro de dispersión de puntos generado para la resistencia a la compresión conforme aumenta el porcentaje de adición de Sika-1. La ecuación de ajuste  $R^2 = 0.747$ , representa un coeficiente alto para la curva de tendencia que resulta de los distintos rangos que fueron asignados a la resistencia a la compresión.

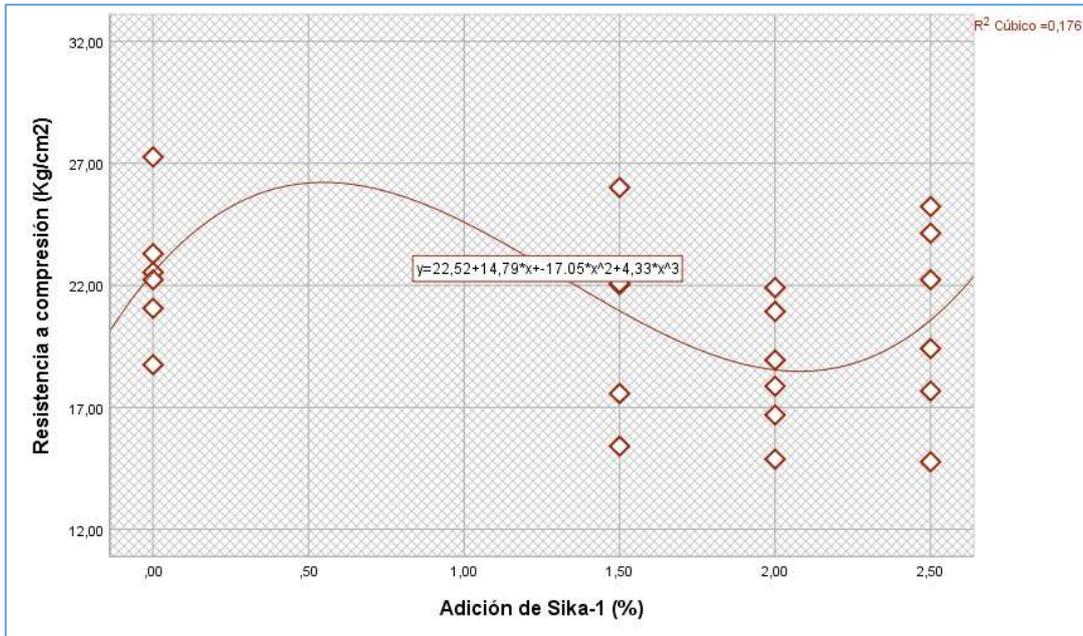


Figura 44. Diagrama de dispersión – Resistencia a compresión (Kg/cm2) Sika-1

- Absorción (%) al adicionar CHEMAYOLIC:

**Descriptivos:**

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron luego de aplicar el aditivo impermeabilizante CHEMAYOLIC en distintos porcentajes, se procesaron los datos descriptivos referentes a la absorción del adobe compactado. La tabla 100 muestra el resultado estadísticamente trabajado, y analizado con la asignación de rangos previamente determinado en cuanto a los porcentajes de adición de CHEMAYOLIC. Se buscó encontrar la más verídica distribución de datos, con la cual lograr una adecuada validación de variables.

**Tabla 100. Descriptivos – Absorción (%) Chemayolic**

| Descriptivos              |     |   | Estadístico                        | Desv. Error |
|---------------------------|-----|---|------------------------------------|-------------|
| Adición de CHEMAYOLIC (%) |     |   |                                    |             |
| Absorción (%)             | ,00 | Media                                       | 34,4867                            | 2,20736     |
|                           |     | 95% de intervalo de confianza para la media | Límite inferior<br>Límite superior |             |
|                           |     |   | 28,8125<br>40,1609                 |             |
|                           |     | Media recortada al 5%                       | 34,5880                            |             |
|                           |     | Mediana                                     | 34,2400                            |             |
|                           |     | Varianza                                    | 29,235                             |             |
|                           |     | Desv. Desviación                            | 5,40691                            |             |
|                           |     | Mínimo                                      | 26,52                              |             |
|                           |     | Máximo                                      | 40,63                              |             |
|                           |     | Rango                                       | 14,11                              |             |
|                           |     | Rango intercuartil                          | 10,15                              |             |

|      |   |                 |         |         |
|------|---|-----------------|---------|---------|
|      | Asimetría                                   |                 | -,261   | ,845    |
|      | Curtosis                                    |                 | -,897   | 1,741   |
| 1,50 | Media                                       |                 | 10,9083 | 2,23762 |
|      | 95% de intervalo de confianza para la media | Limite inferior | 5,1564  |         |
|      |   | Limite superior | 16,6603 |         |
|      | Media recortada al 5%                       |                 | 11,0987 |         |
|      | Mediana                                     |                 | 13,9000 |         |
|      | Varianza                                    |                 | 30,042  |         |
|      | Desv. Desviación                            |                 | 5,48102 |         |
|      | Mínimo                                      |                 | 3,24    |         |
|      | Máximo                                      |                 | 15,15   |         |
|      | Rango                                       |                 | 11,91   |         |
|      | Rango intercuartil                          |                 | 10,64   |         |
|      | Asimetría                                   |                 | -,957   | ,845    |
|      | Curtosis                                    |                 | -1,733  | 1,741   |
| 3,00 | Media                                       |                 | 17,8750 | 1,58112 |
|      | 95% de intervalo de confianza para la media | Limite inferior | 13,8106 |         |
|      |   | Limite superior | 21,9394 |         |
|      | Media recortada al 5%                       |                 | 17,6128 |         |
|      | Mediana                                     |                 | 15,9550 |         |
|      | Varianza                                    |                 | 15,000  |         |
|      | Desv. Desviación                            |                 | 3,87295 |         |
|      | Mínimo                                      |                 | 15,32   |         |
|      | Máximo                                      |                 | 25,15   |         |
|      | Rango                                       |                 | 9,83    |         |
|      | Rango intercuartil                          |                 | 5,36    |         |
|      | Asimetría                                   |                 | 1,768   | ,845    |
|      | Curtosis                                    |                 | 2,817   | 1,741   |
| 4,50 | Media                                       |                 | 13,8317 | ,50170  |
|      | 95% de intervalo de confianza para la media | Limite inferior | 12,5420 |         |
|      |   | Limite superior | 15,1213 |         |
|      | Media recortada al 5%                       |                 | 13,8246 |         |
|      | Mediana                                     |                 | 13,7300 |         |
|      | Varianza                                    |                 | 1,510   |         |
|      | Desv. Desviación                            |                 | 1,22891 |         |
|      | Mínimo                                      |                 | 12,38   |         |
|      | Máximo                                      |                 | 15,41   |         |
|      | Rango                                       |                 | 3,03    |         |
|      | Rango intercuartil                          |                 | 2,57    |         |
|      | Asimetría                                   |                 | ,195    | ,845    |
|      | Curtosis                                    |                 | -1,659  | 1,741   |

### Prueba de normalidad:

Las hipótesis planteadas se relacionan con la distribución de la muestra bajo un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ :

Ho: Datos que se originan en una distribución normal.

H1: Datos que no se originan en una distribución normal.

La Tabla 90 muestra el análisis de la prueba de normalidad que se obtuvo luego de analizar la absorción del adobe compactado, donde a distintos porcentajes de adición de CHEMAYOLIC se asignaron seis grados de libertad a los rangos asignados al análisis estadístico. Cuando los grados de libertad están por debajo de 50, corresponde analizar por el método “Shapiro-Wilk”, donde se considera que uno de los valores de significancia es menor a 0.05, entonces, la distribución de datos no es paramétrica.

**Tabla 101. Prueba de normalidad - Absorción (%) Chemayolic**

|                           |      | Pruebas de normalidad           |    |       |              |    |      |
|---------------------------|------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| Adición de CHEMAYOLIC (%) |      | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|                           |      | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| Absorción (%)             | ,00  | ,182                            | 6  | ,200* | ,948         | 6  | ,726 |
|                           | 1,50 | ,368                            | 6  | ,011  | ,740         | 6  | ,016 |
|                           | 3,00 | ,321                            | 6  | ,053  | ,745         | 6  | ,018 |
|                           | 4,50 | ,193                            | 6  | ,200* | ,917         | 6  | ,482 |

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

### Histograma:

El siguiente gráfico presenta el histograma que resulta para la absorción del adobe compactado en adición de CHEMAYOLIC. Donde se puede apreciar una frecuencia con un sesgo simétrico a la distribución de datos, para la distribución de datos no paramétrica. La absorción muestra una media de 19.28 en los 24 datos analizados, y desviación estándar de 10.166.

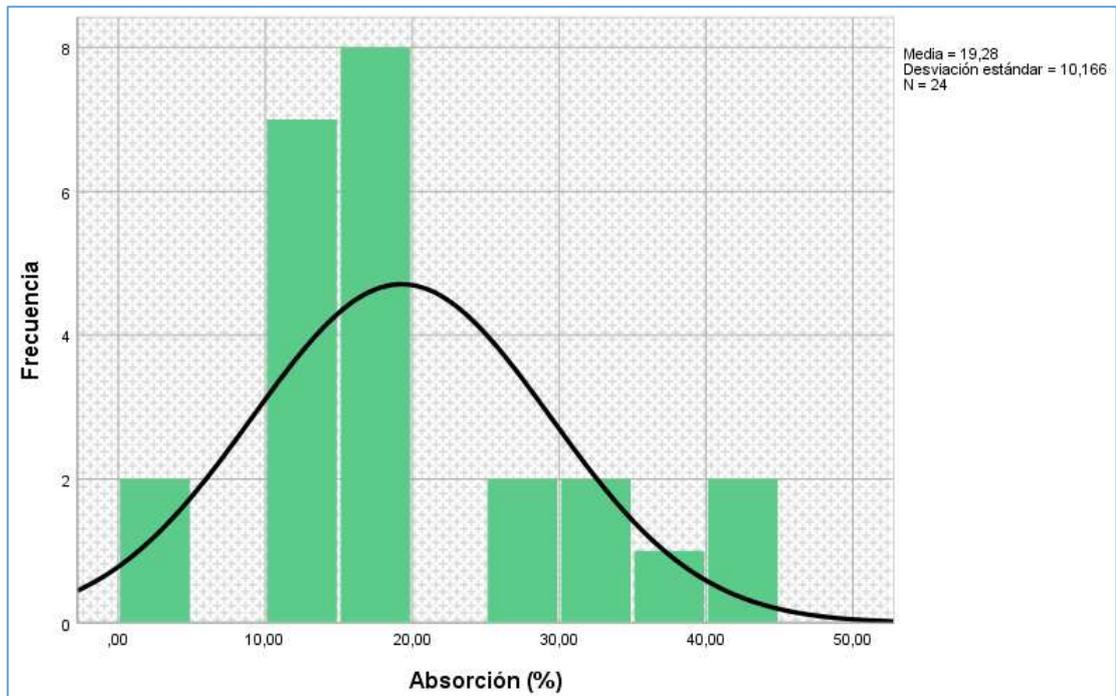


Figura 45. Histograma - Absorción (%) CHEMAYOLIC

**Análisis de varianza:**

Las hipótesis son planteadas en relación a la comparación de las medias con un nivel de significancia  $\alpha=0.05$ .

Ho: La diferencia estadística entre las medias es prácticamente nula.

H1: La diferencia estadística entre las medias es significativa.

El análisis de varianza de dos factores fue analizado, bajo una distribución de datos no paramétrica. Si entre grupos existe una significancia menor de 0.05, la hipótesis nula es rechazada, en caso contrario se acepta. La tabla 102 presenta los resultados del análisis de varianza con respecto a la absorción del adobe compactado.

**Tabla 102. Análisis de varianza - Absorción (%) Chemayolic**

| ANOVA            |                   |    |                  |        |      |
|------------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| Absorción (%)    |                   |    |                  |        |      |
|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F      | Sig. |
| Entre grupos     | 1997,915          | 3  | 665,972          | 35,150 | ,000 |
| Dentro de grupos | 378,930           | 20 | 18,947           |        |      |
| Total            | 2376,845          | 23 |                  |        |      |

La significancia obtenida fue de  $3.63 \times 10^{-8}$  menor a 0.05, entonces se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, existe diferencia estadística significativa entre las medias de la adición de CHEMAYOLIC con un nivel de significación  $\alpha=0.05$ , luego, las proporciones de adición influyen de manera diferente y significativa en la absorción del adobe compactado. Entonces se lleva a cabo la prueba de Duncan para verificar la diferencia.

**Tabla 103. Análisis de varianza Duncan - Absorción (%) Chemayolic**

| Absorción (%)             |   |                              |         |         |
|---------------------------|---|------------------------------|---------|---------|
| Duncan <sup>a</sup>       |   |                              |         |         |
| Adición de CHEMAYOLIC (%) | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |         |         |
|                           |   | 1                            | 2       | 3       |
| 1,50                      | 6 | 10,9083                      |         |         |
| 4,50                      | 6 | 13,8317                      | 13,8317 |         |
| 3,00                      | 6 |                              | 17,8750 |         |
| ,00                       | 6 |                              |         | 34,4867 |
| Sig.                      |   | ,258                         | ,123    | 1,000   |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6,000.

De acuerdo con los resultados por la prueba de hipótesis de Duncan, empleados cuando las medias de los porcentajes de adición de CHEMAYOLIC son diferentes, el 1.5% y 4.5% de adición de CHEMAYOLIC tienen medias similares y el 4.5% y 3% de adición tienen medias similares entre sí. Se concluye que el 1.5% y 4.5%, y 4.5% y 3% son estadísticamente similares para cada par; además se destaca que el 0% de incremento de CHEMAYOLIC derivó en un mejor comportamiento.

#### ANOVA:

La tabla 104 muestra el análisis no paramétrico, y a la vez no se trata de una distribución normal, de acuerdo al análisis de varianza de Kuskal Wallis aplicado a las variables de absorción en diferentes dosis de CHEMAYOLIC.

**Tabla 104. Prueba de ANOVA - Absorción (%) Chemayolic**

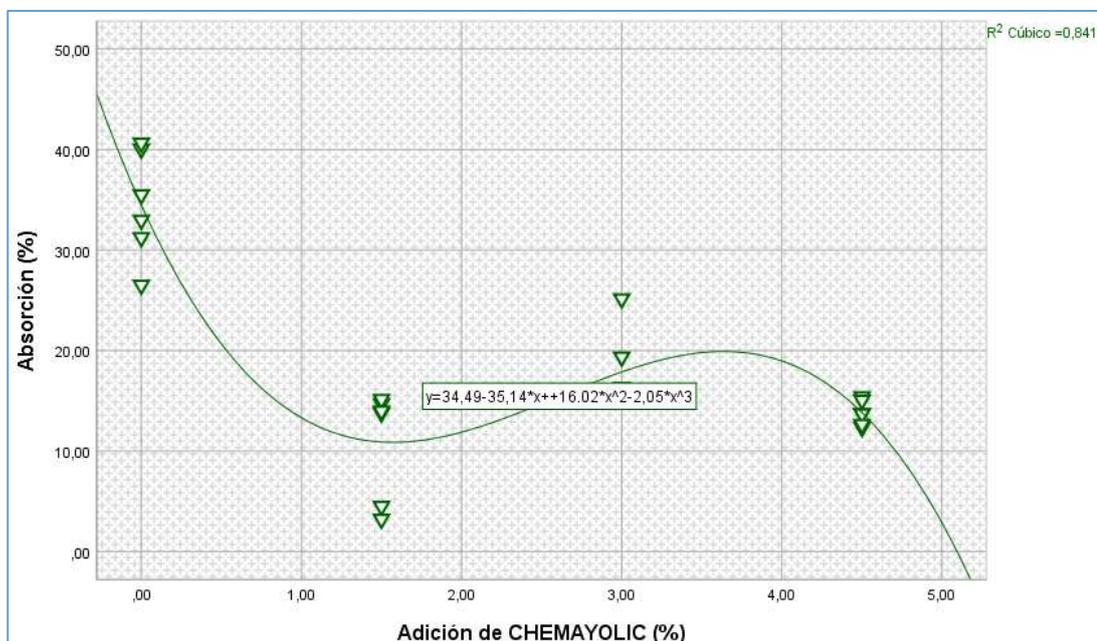
| Resumen de prueba de hipótesis |   |   |      |                             |
|--------------------------------|---|---|------|-----------------------------|
|                                | Hipótesis nula  | Prueba  | Sig. | Decisión                    |
| 1                              | La distribución de Absorción (%) es la misma entre las categorías de Adición de CHEMAYOLIC (%). | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | ,000 | Rechazar la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

La comparación entre medias obtuvo una significancia de 0.000 menor a 0.05, entonces, existe diferencia en las medias en al menos dos de los grupos analizados, de acuerdo con el análisis de varianza por Duncan.

**Dispersión de puntos:**

De acuerdo con la tabla 104, el siguiente gráfico muestra el cuadro de dispersión de puntos generado para la absorción correspondiente al aumento del porcentaje de adición de Chemayolic. La ecuación con ajuste  $R^2 = 0.841$ , representa un coeficiente alto para la curva de tendencia, como resultado de los distintos rangos asignado para la absorción.



**Figura 46. Diagrama de dispersión – Absorción (%) CHEMAYOLIC**

- Succión (gr./min/200cm<sup>2</sup>) al adicionar CHEMAYOLIC:

**Descriptivos:**

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron luego de aplicar el aditivo impermeabilizante CHEMAYOLIC en distintos porcentajes, se procesaron los datos descriptivos referentes a la succión del adobe compactado. La tabla 105 muestra el resultado estadísticamente trabajado, y analizado con la asignación de rangos previamente determinado en cuanto a los porcentajes de adición de CHEMAYOLIC. Se buscó encontrar la más verídica distribución de datos, con la cual lograr una adecuada validación de variables.

**Tabla 105. Descriptivos – Succión (gr/min/200cm2) Chemayolic**

|   |                 | <b>Descriptivos</b>                         |                 |             |             |
|---|-----------------|---|-----------------|-------------|-------------|
|   |                 | Adición de CHEMAYOLIC (%)                   |                 | Estadístico | Desv. Error |
| Succión (gr.<br>/min/200cm2)                | ,00             | Media                                       |                 | 10,1833     | ,06561      |
|   |                 | 95% de intervalo de confianza para la media | Límite inferior | 10,0147     |             |
|   |                 |   | Límite superior | 10,3520     |             |
|   |                 | Media recortada al 5%                       |                 | 10,1831     |             |
|   |                 | Mediana                                     |                 | 10,1800     |             |
|   |                 | Varianza                                    |                 | ,026        |             |
|   |                 | Desv. Desviación                            |                 | ,16071      |             |
|   |                 | Mínimo                                      |                 | 10,00       |             |
|   |                 | Máximo                                      |                 | 10,37       |             |
|   |                 | Rango                                       |                 | ,37         |             |
|   |                 | Rango intercuartil                          |                 | ,29         |             |
|   |                 | Asimetría                                   |                 | ,020        | ,845        |
|   |                 | Curtosis                                    |                 | -2,783      | 1,741       |
|   |                 |   | 1,50            | Media       |             |
| 95% de intervalo de confianza para la media | Límite inferior |   |                 | 3,5970      |             |
|   | Límite superior |   |                 | 3,7230      |             |
| Media recortada al 5%                       |                 |   |                 | 3,6600      |             |
| Mediana                                     |                 |   |                 | 3,6600      |             |
| Varianza                                    |                 |   |                 | ,004        |             |
| Desv. Desviación                            |                 |   |                 | ,06000      |             |
| Mínimo                                      |                 |   |                 | 3,59        |             |
| Máximo                                      |                 |   |                 | 3,73        |             |
| Rango                                       |                 |   |                 | ,14         |             |
| Rango intercuartil                          |                 |   |                 | ,11         |             |
| Asimetría                                   |                 |   |                 | ,000        | ,845        |
| Curtosis                                    |                 |   |                 | -2,705      | 1,741       |
|   | 3,00            |   |                 | Media       |             |
|   |                 | 95% de intervalo de confianza para la media | Límite inferior | 4,9646      |             |
|   |                 |   | Límite superior | 5,1920      |             |
|   |                 | Media recortada al 5%                       |                 | 5,0759      |             |
|   |                 | Mediana                                     |                 | 5,0600      |             |
|   |                 | Varianza                                    |                 | ,012        |             |
|   |                 | Desv. Desviación                            |                 | ,10834      |             |
|   |                 | Mínimo                                      |                 | 4,95        |             |
|   |                 | Máximo                                      |                 | 5,25        |             |
|   |                 | Rango                                       |                 | ,30         |             |
|   |                 | Rango intercuartil                          |                 | ,19         |             |
|   |                 | Asimetría                                   |                 | ,655        | ,845        |
|   |                 | Curtosis                                    |                 | -,122       | 1,741       |
|   |                 |   | 4,50            | Media       |             |
| 95% de intervalo de confianza para la media | Límite inferior |   |                 | 3,4596      |             |
|   | Límite superior |   |                 | 3,5837      |             |
| Media recortada al 5%                       |                 |   |                 | 3,5207      |             |
| Mediana                                     |                 |   |                 | 3,5150      |             |
| Varianza                                    |                 |   |                 | ,003        |             |
| Desv. Desviación                            |                 |   |                 | ,05913      |             |

|                    |        |       |
|--------------------|--------|-------|
| Mínimo             | 3,46   |       |
| Máximo             | 3,60   |       |
| Rango              | ,14    |       |
| Rango intercuartil | ,11    |       |
| Asimetría          | ,249   | ,845  |
| Curtosis           | -2,337 | 1,741 |

### Prueba de normalidad:

Las hipótesis planteadas se relacionan con la distribución de la muestra bajo un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ :

Ho: Datos que se originan en una distribución normal.

H1: Datos que no se originan en una distribución normal.

La Tabla 90 muestra el análisis de la prueba de normalidad que se obtuvo luego de analizar la succión del adobe compactado, donde a distintos porcentajes de adición de CHEMAYOLIC se asignaron seis grados de libertad a los rangos asignados al análisis estadístico. Cuando los grados de libertad están por debajo de 50, corresponde analizar por el método “Shapiro-Wilk”, donde se considera que uno de los valores de significancia es menor a 0.05, entonces, la distribución de datos no es paramétrica.

**Tabla 106. Prueba de normalidad – Succión (gr/min/200cm<sup>2</sup>) Chemayolic**

| Adición de CHEMAYOLIC (%)             | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|---------------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|                                       | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| Succión (gr./min/200cm <sup>2</sup> ) | ,00                             | 6  | ,200* | ,859         | 6  | ,187 |
| 1,50                                  | ,248                            | 6  | ,200* | ,870         | 6  | ,227 |
| 3,00                                  | ,161                            | 6  | ,200* | ,970         | 6  | ,889 |
| 4,50                                  | ,259                            | 6  | ,200* | ,883         | 6  | ,284 |

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

### Histograma:

El siguiente gráfico presenta el histograma que resulta para la succión del adobe compactado en adición de CHEMAYOLIC. Donde se puede apreciar una frecuencia con un sesgo simétrico a la distribución de datos, para la distribución de datos no paramétrica. La absorción muestra una media de 5.61 en los 24 datos analizados, y desviación estándar de 2.769.

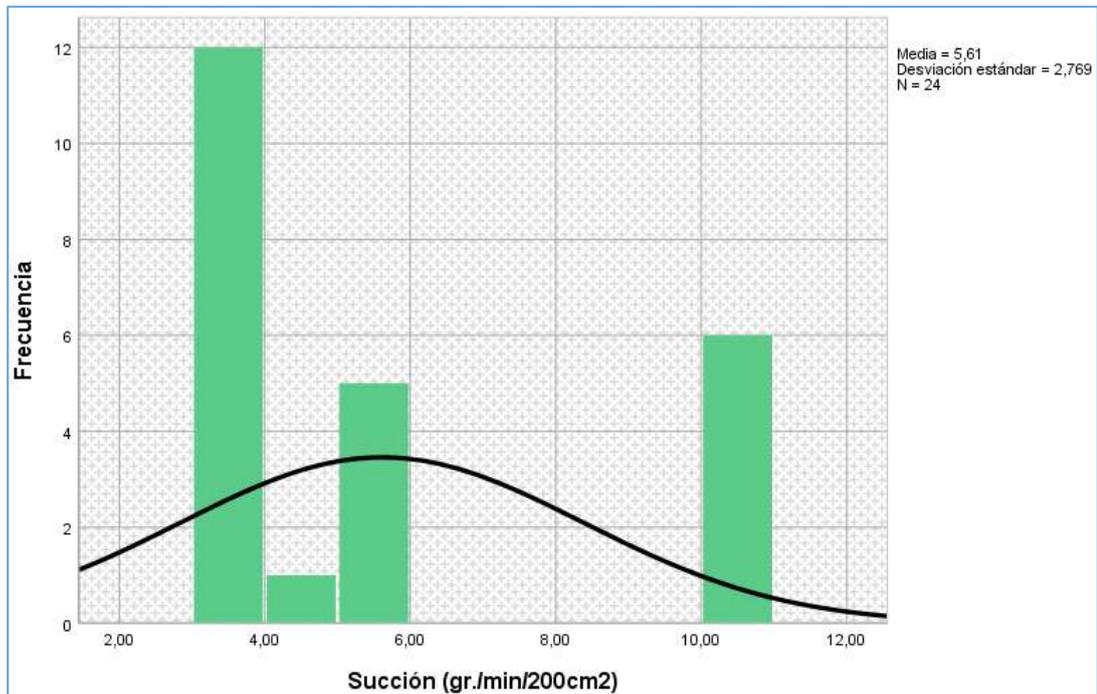


Figura 47. Histograma – Succión (gr./min/200cm2) CHEMAYOLIC

#### Análisis de varianza:

Las hipótesis son planteadas en relación a la comparación de las medias con un nivel de significancia  $\alpha=0.05$ .

Ho: La diferencia estadística entre las medias es prácticamente nula.

H1: La diferencia estadística entre las medias es significativa.

El análisis de varianza de dos factores fue analizado, bajo una distribución de datos no paramétrica. Si entre grupos existe una significancia menor de 0.05, la hipótesis nula es rechazada, en caso contrario se acepta. La tabla 107 presenta los resultados del análisis de varianza con respecto a la SUCCIÓN del adobe compactado.

**Tabla 107. Análisis de varianza ANOVA – Succión (gr./min/200cm2) Chemayolic**

| ANOVA                    |                   |    |                  |          |      |
|--------------------------|-------------------|----|------------------|----------|------|
| Succión (gr./min/200cm2) |                   |    |                  |          |      |
|                          | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F        | Sig. |
| Entre grupos             | 176,170           | 3  | 58,723           | 5259,593 | ,000 |
| Dentro de grupos         | ,223              | 20 | ,011             |          |      |
| Total                    | 176,393           | 23 |                  |          |      |

La significancia fue de  $3.91 \times 10^{-29}$ , menor que 0.05, entonces, se rechaza la hipótesis nula y se deduce que hay diferencia estadística significativa entre las medias de la adición de Sika-1 con nivel de significación de  $\alpha=0.05$ , además, las proporciones de adición tienen una influencia significativa en la succión del adobe compactado.

### Diagrama de dispersión:

De acuerdo con la tabla 107, se presenta en la siguiente grafica el cuadro de dispersión de puntos generado para la succión conforme aumenta el porcentaje de adición de CHEMAYOLIC. La ecuación de ajuste  $R^2 = 0.999$ , representa un coeficiente alto para la curva de tendencia que resulta de los distintos rangos que fueron asignados a la succión.

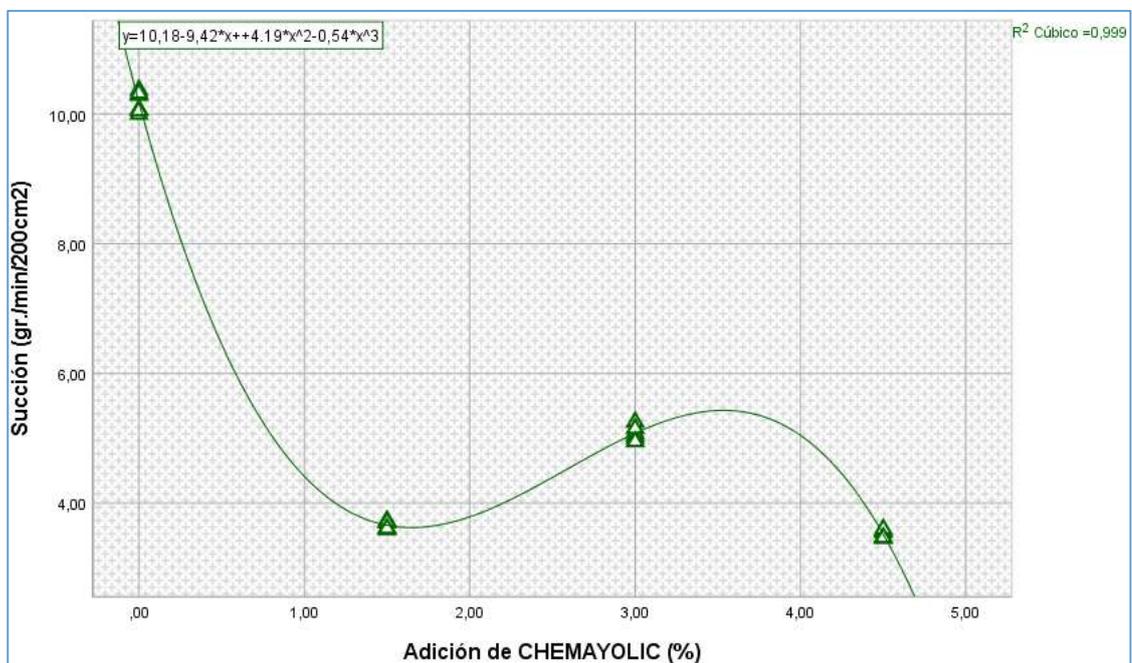


Figura 48. Diagrama de dispersión – Succión (gr./min/200cm2) CHEMAYOLIC

- Resistencia a compresión (Kg/cm2) al adicionar CHEMAYOLIC:

### Descriptivos:

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron luego de aplicar el aditivo impermeabilizante CHEMAYOLIC en distintos porcentajes, se procesaron los datos descriptivos referentes a la resistencia a la compresión del adobe compactado. La tabla 108 muestra el resultado estadísticamente trabajado, y analizado con la asignación de rangos previamente determinado en cuanto a los porcentajes de adición de CHEMAYOLIC. Se buscó encontrar la más verídica distribución de datos, con la cual lograr una adecuada validación de variables.

**Tabla 108. Descriptivos – Resistencia a compresión (Kg/cm2) Chemayolic**

| Descriptivos                      |   |   |   |                 |             |         |
|-----------------------------------|---|---|---|-----------------|-------------|---------|
|                                   |   | Adición de CHEMAYOLIC (%)                   |   | Estadístico     | Desv. Error |         |
| Resistencia a compresión (Kg/cm2) | ,00   | Media                                       |   | 22,5233         | 1,14753     |         |
|                                   |   | 95% de intervalo de confianza para la media | Limite inferior                             | 19,5735         |             |         |
|                                   |   |   | Limite superior                             | 25,4732         |             |         |
|                                   |   | Media recortada al 5%                       |   | 22,4698         |             |         |
|                                   |   | Mediana                                     |   | 22,3850         |             |         |
|                                   |   | Varianza                                    |   | 7,901           |             |         |
|                                   |   | Desv. Desviación                            |   | 2,81087         |             |         |
|                                   |   | Mínimo                                      |   | 18,75           |             |         |
|                                   |   | Máximo                                      |   | 27,26           |             |         |
|                                   |   | Rango                                       |   | 8,51            |             |         |
|                                   |   | Rango intercuartil                          |   | 3,81            |             |         |
|                                   |   | Asimetría                                   |   | ,673            | ,845        |         |
|                                   |   | Curtosis                                    |   | 1,723           | 1,741       |         |
|                                   |   | 1,50  | Media                                       |                 | 24,2400     | 1,91251 |
|                                   |   |   | 95% de intervalo de confianza para la media | Limite inferior | 19,3237     |         |
|                                   |   |   |   | Limite superior | 29,1563     |         |
|                                   |   |   | Media recortada al 5%                       |                 | 24,3928     |         |
|                                   | Mediana                                     |   | 26,7500                                     |                 |             |         |
|                                   | Varianza                                    |   | 21,946                                      |                 |             |         |
|                                   | Desv. Desviación                            |   | 4,68467                                     |                 |             |         |
|                                   | Mínimo                                      |   | 17,74                                       |                 |             |         |
|                                   | Máximo                                      |   | 27,99                                       |                 |             |         |
|                                   | Rango                                       |   | 10,25                                       |                 |             |         |
|                                   | Rango intercuartil                          |   | 9,11  |                 |             |         |
|                                   | Asimetría                                   |   | -,939                                       | ,845            |             |         |
|                                   | Curtosis                                    |   | -1,757                                      | 1,741           |             |         |
| 3,00                              | Media                                       |   | 26,4833                                     | 1,23956         |             |         |
|                                   | 95% de intervalo de confianza para la media | Limite inferior                             | 23,2969                                     |                 |             |         |
|                                   |   | Limite superior                             | 29,6697                                     |                 |             |         |
|                                   | Media recortada al 5%                       |   | 26,6309                                     |                 |             |         |
|                                   | Mediana                                     |   | 27,1650                                     |                 |             |         |
|                                   | Varianza                                    |   | 9,219                                       |                 |             |         |
|                                   | Desv. Desviación                            |   | 3,03629                                     |                 |             |         |
|                                   | Mínimo                                      |   | 21,12                                       |                 |             |         |
|                                   | Máximo                                      |   | 29,19                                       |                 |             |         |
|                                   | Rango                                       |   | 8,07  |                 |             |         |
|                                   | Rango intercuartil                          |   | 5,02  |                 |             |         |
|                                   | Asimetría                                   |   | -1,257                                      | ,845            |             |         |
|                                   | Curtosis                                    |   | 1,448                                       | 1,741           |             |         |
| 4,50                              | Media                                       |   | 27,1417                                     | ,95295          |             |         |
|                                   | 95% de intervalo de confianza para la media | Limite inferior                             | 24,6920                                     |                 |             |         |
|                                   |   | Limite superior                             | 29,5913                                     |                 |             |         |
|                                   | Media recortada al 5%                       |   | 27,1824                                     |                 |             |         |
|                                   | Mediana                                     |   | 27,6400                                     |                 |             |         |
|                                   | Varianza                                    |   | 5,449                                       |                 |             |         |
|                                   | Desv. Desviación                            |   | 2,33425                                     |                 |             |         |

|                    |        |       |
|--------------------|--------|-------|
| Mínimo             | 24,10  |       |
| Máximo             | 29,45  |       |
| Rango              | 5,35   |       |
| Rango intercuartil | 4,43   |       |
| Asimetría          | -,318  | ,845  |
| Curtosis           | -2,405 | 1,741 |

### Prueba de normalidad:

Las hipótesis planteadas se relacionan con la distribución de la muestra bajo un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ :

Ho: Datos que se originan en una distribución normal.

H1: Datos que no se originan en una distribución normal.

La Tabla 90 muestra el análisis de la prueba de normalidad que se obtuvo luego de analizar la resistencia a la compresión del adobe compactado, donde a distintos porcentajes de adición de CHEMAYOLIC se asignaron seis grados de libertad a los rangos asignados al análisis estadístico. Cuando los grados de libertad están por debajo de 50, corresponde analizar por el método “Shapiro-Wilk”, donde se considera que uno de los valores de significancia es menor a 0.05, entonces, la distribución de datos no es paramétrica.

**Tabla 109. Prueba de normalidad – Resistencia a compresión (Kg/cm2) Chemayolic**

| Adición de CHEMAYOLIC (%)         | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |                   | Shapiro-Wilk |    |      |
|-----------------------------------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|------|
|                                   | Estadístico                     | gl | Sig.              | Estadístico  | gl | Sig. |
| Resistencia a compresión (Kg/cm2) | ,00                             |    |                   |              |    |      |
|                                   | ,224                            | 6  | ,200 <sup>*</sup> | ,951         | 6  | ,745 |
|                                   | ,351                            | 6  | ,020              | ,753         | 6  | ,021 |
|                                   | ,211                            | 6  | ,200 <sup>*</sup> | ,881         | 6  | ,274 |
|                                   | ,286                            | 6  | ,137              | ,858         | 6  | ,182 |

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

### Histograma:

El siguiente gráfico presenta el histograma que resulta para la resistencia a la compresión del adobe compactado en adición de CHEMAYOLIC. Donde se puede apreciar una frecuencia con un sesgo simétrico a la distribución de datos, para la distribución de datos no paramétrica. La absorción muestra una media de 25.1 en los 24 datos analizados, y desviación estándar de 3.632.

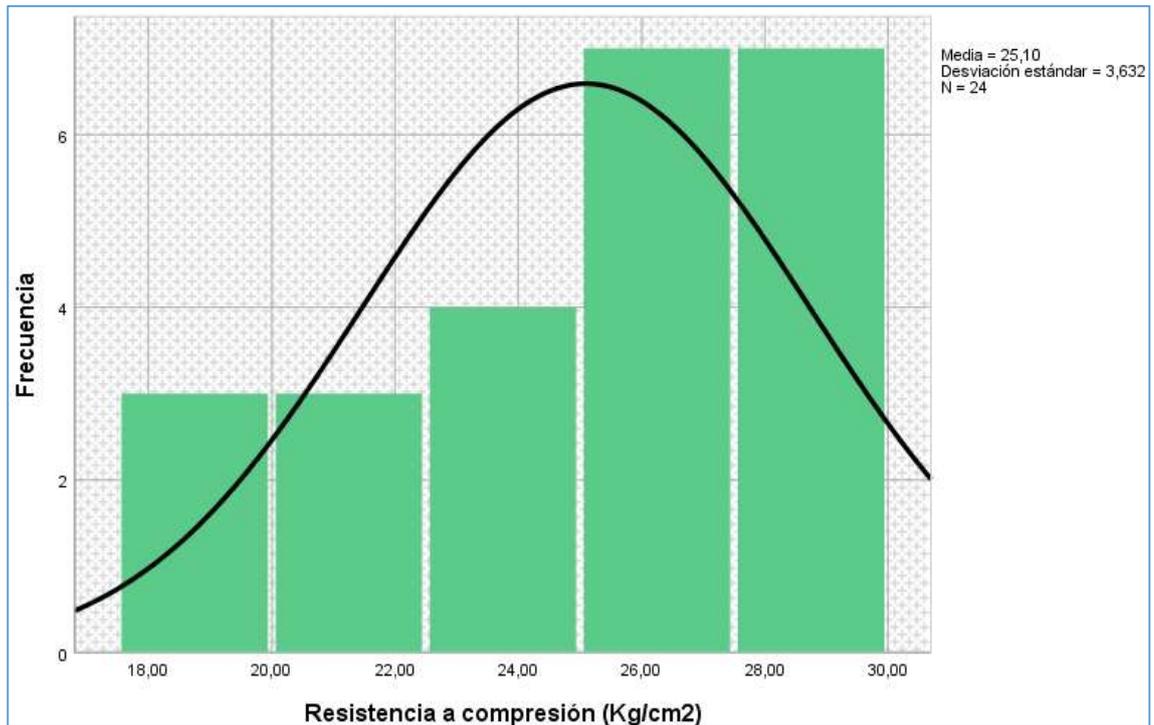


Figura 49. Histograma – Resistencia a compresión (Kg/cm2) CHEMAYOLIC

### **Análisis de varianza:**

Las hipótesis son planteadas en relación a la comparación de las medias con un nivel de significancia  $\alpha=0.05$ .

Ho: La diferencia estadística entre las medias es prácticamente nula.

H1: La diferencia estadística entre las medias es significativa.

El análisis de varianza de dos factores fue analizado, bajo una distribución de datos no paramétrica. Si entre grupos existe una significancia menor de 0.05, la hipótesis nula es rechazada, en caso contrario se acepta. La tabla 110 presenta los resultados del análisis de varianza con respecto a la RESISTENCIA A COMPRESIÓN del adobe compactado.

**Tabla 110. Análisis de varianza - Resistencia a compresión (Kg/cm2) Chemayolic**

**ANOVA**

Resistencia a compresión (Kg/cm2)

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F     | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Entre grupos     | 80,765            | 3  | 26,922           | 2,419 | ,096 |
| Dentro de grupos | 222,575           | 20 | 11,129           |       |      |
| Total            | 303,339           | 23 |                  |       |      |

Se obtuvo que la significancia es de 0.096 mayor a 0.05, entonces, se acepta la hipótesis nula y se infiere que no existe diferencia estadística significativa entre las medias de la adición de CHEMAYOLIC a un nivel de significación de  $\alpha=0.05$  y que las proporciones de adición no influyen manera significativa en la resistencia a la compresión del adobe compactado. Por lo tanto, la prueba de Turkey verificará estadísticamente las medias.

**Tabla 111. Análisis de varianza Tukey - Resistencia a compresión (Kg/cm2) Chemayolic**

**Resistencia a compresión (Kg/cm2)**

HSD Tukey<sup>a</sup>

| Adición de CHEMAYOLIC (%) | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |
|---------------------------|---|------------------------------|
|                           |   | 1                            |
| ,00                       | 6 | 22,5233                      |
| 1,50                      | 6 | 24,2400                      |
| 3,00                      | 6 | 26,4833                      |
| 4,50                      | 6 | 27,1417                      |
| Sig.                      |   | ,110                         |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

De acuerdo con la prueba de hipótesis de Tukey, la cual se empleó debido a que las medias de los porcentajes de adición de CHEMAYOLIC no son diferentes, se verifica que las medias no son diferentes.

**ANOVA:**

La tabla 112 muestra el análisis no paramétrico, y a la vez no se trata de una distribución normal, de acuerdo al análisis de varianza de Kuskal Wallis aplicado a las variables de RESISTENCIA A COMPRESIÓN en diferentes dosis de CHEMAYOLIC.

**Tabla 112. Prueba de ANOVA - Resistencia a compresión (Kg/cm2) Chemayolic**

### Resumen de prueba de hipótesis

|   | Hipótesis nula  | Prueba  | Sig. | Decisión                   |
|---|---|---|------|----------------------------|
| 1 | La distribución de Resistencia a compresión (Kg/cm2) es la misma entre las categorías de Adición de CHEMAYOLIC (%). | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | ,113 | Retener la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Luego de ser aceptada la hipótesis nula, la comparación entre medias generó una significancia de 0.113; por lo tanto, mayor que 0,05, entonces, las medias de los grupos analizados no presentan diferencia, tal como se obtuvo en el análisis de Tukey.

### Diagrama de dispersión:

De acuerdo a la tabla 112, la figura 50 muestra el cuadro de dispersión de puntos, generado para la resistencia a la compresión conforme aumenta el porcentaje de adición de CHEMAYOLIC. La ecuación de ajuste  $R^2 = 0.266$ , representa un coeficiente alto para la línea tendencia como resultado de los distintos rangos asignados para la resistencia a la compresión.

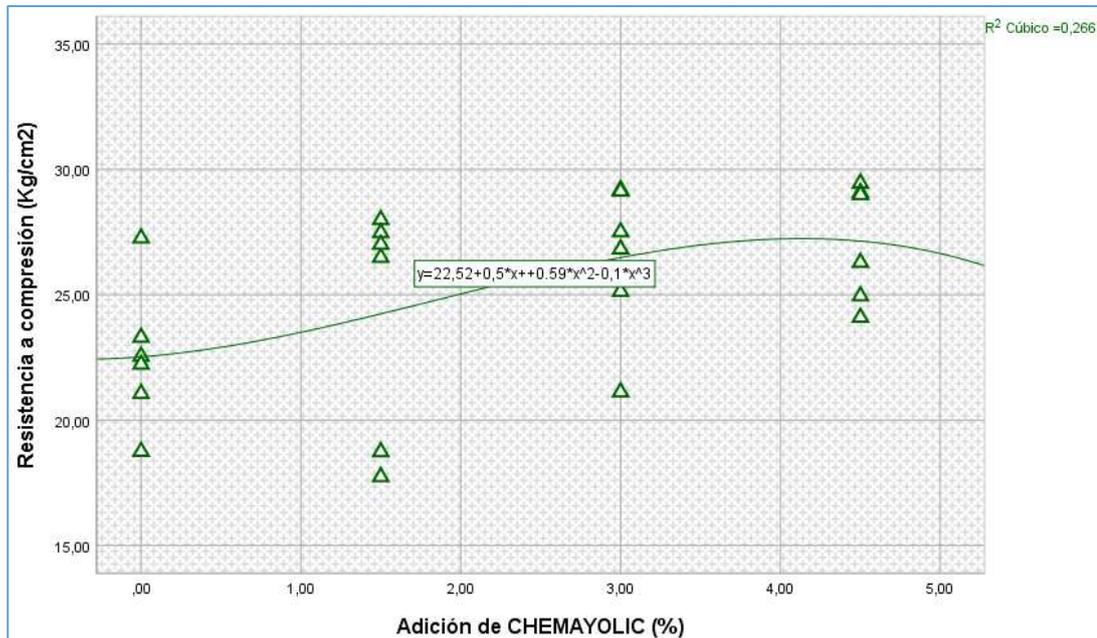


Figura 50. Diagrama de dispersión – Resistencia a compresión (Kg/cm2) CHEMAYOLIC

- Absorción (%) al adicionar Sika-1 + CHEMAYOLIC:

**Descriptivos:**

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron luego de aplicar el aditivo impermeabilizante Sika-1+CHEMAYOLIC en distintos porcentajes, se procesaron los datos descriptivos referentes a la absorción del adobe compactado. La tabla 113 muestra el resultado estadísticamente trabajado, y analizado con la asignación de rangos previamente determinado en cuanto a los porcentajes de adición de Sika-1+CHEMAYOLIC. Se buscó encontrar la más verídica distribución de datos, con la cual lograr una adecuada validación de variables.

**Tabla 113. Descriptivos – Absorción (%) Sika-1 + Chemayolic**

| Descriptivos                                |                 |   | Estadístico     | Desv. Error |         |
|---|-----------------|---|-----------------|-------------|---------|
| Adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC (%)          |                 |   |                 |             |         |
| Absorción (%)                               | ,00             | Media                                       | 34,4867         | 2,20736     |         |
|   |                 | 95% de intervalo de confianza para la media | Limite inferior | 28,8125     |         |
|   |                 |   | Limite superior | 40,1609     |         |
|   |                 | Media recortada al 5%                       | 34,5880         |             |         |
|   |                 | Mediana                                     | 34,2400         |             |         |
|   |                 | Varianza                                    | 29,235          |             |         |
|   |                 | Desv. Desviación                            | 5,40691         |             |         |
|   |                 | Mínimo                                      | 26,52           |             |         |
|   |                 | Máximo                                      | 40,63           |             |         |
|   |                 | Rango                                       | 14,11           |             |         |
|   |                 | Rango intercuartil                          | 10,15           |             |         |
|   |                 | Asimetría                                   | -,261           | ,845        |         |
|   |                 | Curtosis                                    | -,897           | 1,741       |         |
|   |                 | 2,00  |                 | Media       | 14,6733 |
| 95% de intervalo de confianza para la media | Limite inferior |   |                 | 14,0512     |         |
|   | Limite superior |   |                 | 15,2955     |         |
| Media recortada al 5%                       | 14,6415         |   |                 |             |         |
| Mediana                                     | 14,5250         |   |                 |             |         |
| Varianza                                    | ,351            |   |                 |             |         |
| Desv. Desviación                            | ,59285          |   |                 |             |         |
| Mínimo                                      | 14,11           |   |                 |             |         |
| Máximo                                      | 15,81           |   |                 |             |         |
| Rango                                       | 1,70            |   |                 |             |         |
| Rango intercuartil                          | ,67             |   |                 |             |         |
| Asimetría                                   | 1,800           |   |                 | ,845        |         |
| Curtosis                                    | 3,842           |   |                 | 1,741       |         |
| 2,50  |                 |   |                 | Media       | 13,0317 |
|   |                 | 95% de intervalo de confianza para la media | Limite inferior | 10,1823     |         |
|   |                 |   | Limite superior | 15,8810     |         |
|   |                 | Media recortada al 5%                       | 13,2491         |             |         |
|   |                 | Mediana                                     | 13,8700         |             |         |
|   |                 | Varianza                                    | 7,372           |             |         |
|   |                 | Desv. Desviación                            | 2,71512         |             |         |
|   |                 | Mínimo                                      | 7,55            |             |         |
|   |                 | Máximo                                      | 14,60           |             |         |
|   |                 | Rango                                       | 7,05            |             |         |
|   |                 | Rango intercuartil                          | 2,44            |             |         |
|   |                 | Asimetría                                   | -2,330          | ,845        |         |
|   |                 | Curtosis                                    | 5,554           | 1,741       |         |
|   |                 | 3,00  |                 | Media       | 14,1200 |
| 95% de intervalo de confianza para la media | Limite inferior |   |                 | 13,5945     |         |
|   | Limite superior |   |                 | 14,6455     |         |
| Media recortada al 5%                       | 14,1244         |   |                 |             |         |
| Mediana                                     | 14,0500         |   |                 |             |         |
| Varianza                                    | ,251            |   |                 |             |         |
| Desv. Desviación                            | ,50076          |   |                 |             |         |

|                    |       |       |
|--------------------|-------|-------|
| Mínimo             | 13,41 |       |
| Máximo             | 14,75 |       |
| Rango              | 1,34  |       |
| Rango intercuartil | ,89   |       |
| Asimetría          | -,060 | ,845  |
| Curtosis           | -,999 | 1,741 |

### Prueba de normalidad:

Las hipótesis planteadas se relacionan con la distribución de la muestra bajo un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ :

Ho: Datos que se originan en una distribución normal.

H1: Datos que no se originan en una distribución normal.

La Tabla 90 muestra el análisis de la prueba de normalidad que se obtuvo luego de analizar la absorción del adobe compactado, donde a distintos porcentajes de adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC se asignaron seis grados de libertad a los rangos asignados al análisis estadístico. Cuando los grados de libertad están por debajo de 50, corresponde analizar por el método “Shapiro-Wilk”, donde se considera que uno de los valores de significancia es menor a 0.05, entonces, la distribución de datos no es paramétrica.

**Tabla 114. Prueba de normalidad - Absorción (%) Sika-1 + Chemayolic**

|               |                                    | Pruebas de normalidad           |    |       |              |    |      |
|---------------|------------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|               | Adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC (%) | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|               |                                    | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| Absorción (%) | ,00                                | ,182                            | 6  | ,200  | ,948         | 6  | ,726 |
|               | 2,00                               | ,315                            | 6  | ,063  | ,818         | 6  | ,085 |
|               | 2,50                               | ,431                            | 6  | ,001  | ,628         | 6  | ,001 |
|               | 3,00                               | ,170                            | 6  | ,200* | ,958         | 6  | ,802 |

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

### Histograma:

El siguiente gráfico presenta el histograma que resulta para la absorción del adobe compactado en adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC. Donde se puede apreciar una frecuencia con un sesgo simétrico a la distribución de datos, para la distribución de datos no paramétrica. La absorción muestra una media de 19.08 en los 24 datos analizados, y desviación estándar de 9.541.

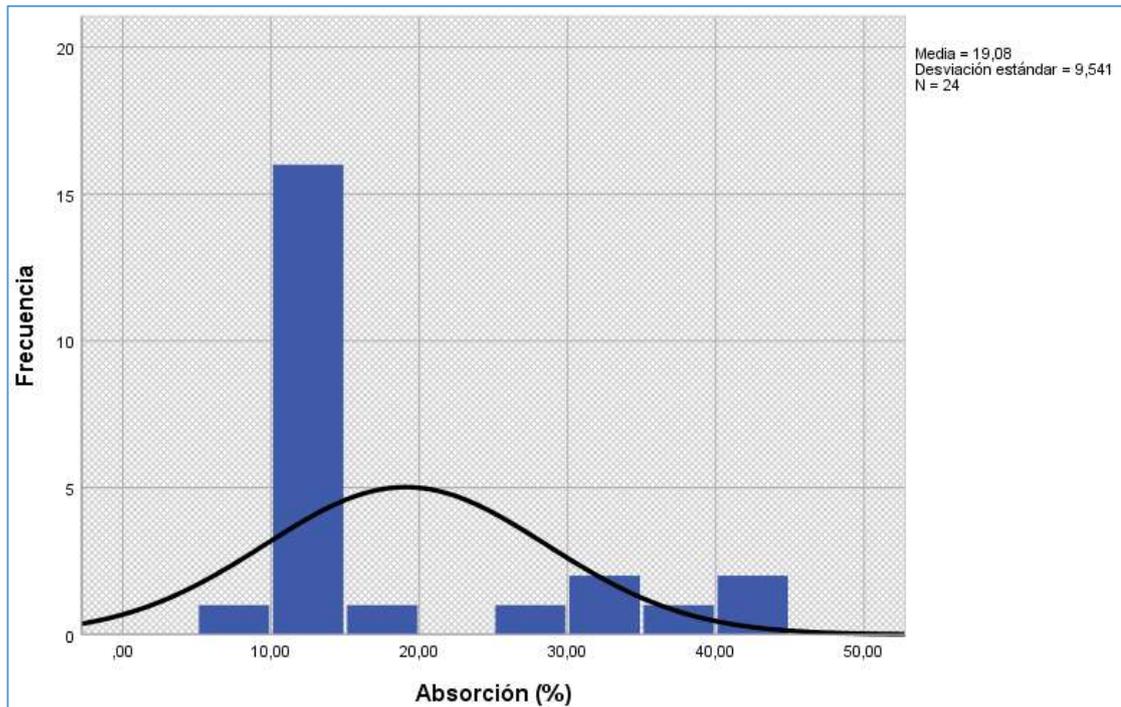


Figura 51. Histograma - Absorción (%) SIKA-1 + CHEMAYOLIC

**Análisis de varianza:**

Las hipótesis son planteadas en relación a la comparación de las medias con un nivel de significancia  $\alpha=0.05$ .

Ho: La diferencia estadística entre las medias es prácticamente nula.

H1: La diferencia estadística entre las medias es significativa.

El análisis de varianza de dos factores fue analizado, bajo una distribución de datos no paramétrica. Si entre grupos existe una significancia menor de 0.05, la hipótesis nula es rechazada, en caso contrario se acepta. La tabla 115 presenta los resultados del análisis de varianza con respecto a la absorción del adobe compactado.

**Tabla 115. Análisis de varianza - Absorción (%) Sika-1 + Chemayolic**

**ANOVA**

Absorción (%)

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F      | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| Entre grupos     | 1907,808          | 3  | 635,936          | 68,364 | ,000 |
| Dentro de grupos | 186,044           | 20 | 9,302            |        |      |
| Total            | 2093,852          | 23 |                  |        |      |

La significancia obtenida fue de  $1.09 \times 10^{-10}$  menor a 0.05, entonces se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, existe diferencia estadística significativa entre las medias de la adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC con un nivel de significación  $\alpha=0.05$ , luego, las proporciones de adición influyen de manera diferente y significativa en la absorción del adobe compactado. Entonces se lleva a cabo la prueba de Duncan para verificar la diferencia.

**Tabla 116. Análisis de varianza Duncan - Absorción (%) Sika-1 + Chemayolic**

**Absorción (%)**

Duncan<sup>a</sup>

| Adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC (%) | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |         |
|------------------------------------|---|------------------------------|---------|
|                                    |   | 1                            | 2       |
| 2,50                               | 6 | 13,0317                      |         |
| 3,00                               | 6 | 14,1200                      |         |
| 2,00                               | 6 | 14,6733                      |         |
| ,00                                | 6 |                              | 34,4867 |
| Sig.                               |   | ,389                         | 1,000   |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6.000.

De acuerdo con los resultados por la prueba de hipótesis de Duncan, empleados cuando las medias de los porcentajes de adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC son diferentes, el 2.5%, 3% y 2% de adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC tienen medias similares y el 4.5% y 3% de adición tienen medias similares entre sí. Se concluye que el 2.5%, 3%, y 2% y 3% son estadísticamente similares para cada par; además se destaca que el 0% de incremento de Sika-1 + CHEMAYOLIC derivó en un mejor comportamiento.

**ANOVA:**

La tabla 117 muestra el análisis no paramétrico, y a la vez no se trata de una distribución normal, de acuerdo al análisis de varianza de Kuskal Wallis aplicado a las variables de absorción en diferentes dosis de SIK-1 + CHEMAYOLIC.

**Tabla 117. Prueba de ANOVA - Absorción (%) Sika-1 + Chemayolic**

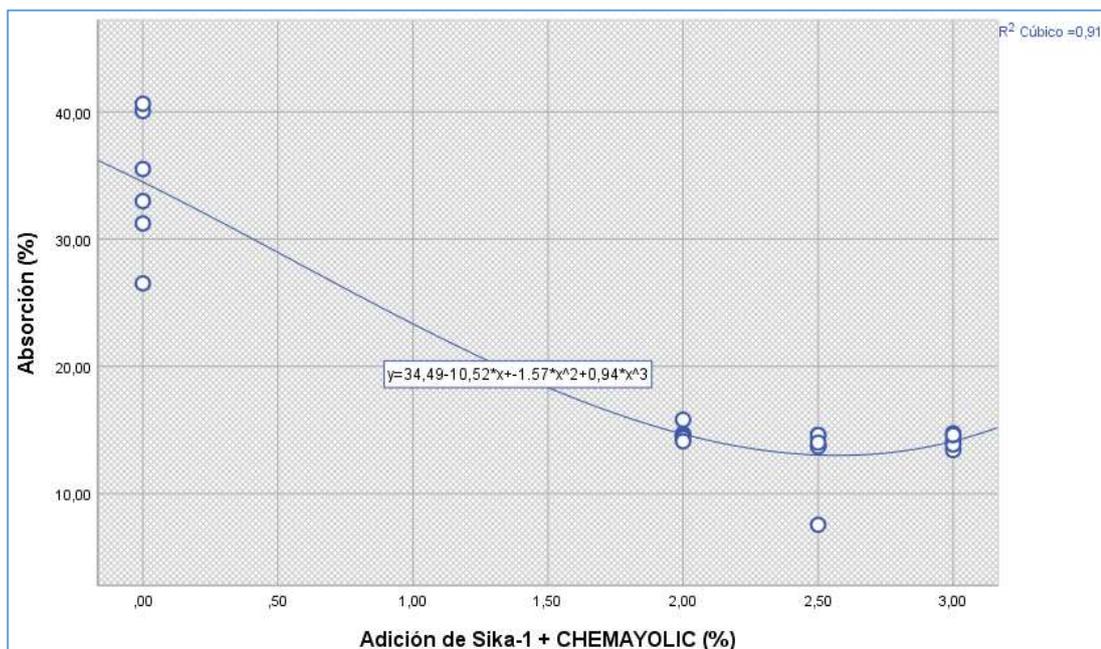
| Resumen de prueba de hipótesis |  |   |      |                             |
|--------------------------------|--|---|------|-----------------------------|
|                                | Hipótesis nula   | Prueba  | Sig. | Decisión                    |
| 1                              | La distribución de Absorción (%) es la misma entre las categorías de Adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC (%). | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | ,002 | Rechazar la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

La comparación entre medias obtuvo una significancia de 0.002 menor a 0.05, entonces, existe diferencia en las medias en al menos dos de los grupos analizados, de acuerdo con el análisis de varianza por Duncan.

**Dispersión de puntos:**

De acuerdo con la tabla 117, el siguiente gráfico muestra el cuadro de dispersión de puntos generado para la absorción correspondiente al aumento del porcentaje de adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC. La ecuación con ajuste  $R^2 = 0.911$ , representa un coeficiente alto para la curva de tendencia, como resultado de los distintos rangos asignado para la absorción.



**Figura 52. Diagrama de dispersión – Absorción (%) Sika-1 + CHEMAYOLIC**

- Succión (gr./min/200cm2) al adicionar Sika-1 + CHEMAYOLIC:

**Descriptivos:**

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron luego de aplicar el aditivo impermeabilizante Sika-1 + CHEMAYOLIC en distintos porcentajes, se procesaron los datos descriptivos referentes a la succión del adobe compactado. La tabla 118 muestra el resultado estadísticamente trabajado, y analizado con la asignación de rangos previamente determinado en cuanto a los porcentajes de adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC. Se buscó encontrar la más verídica distribución de datos, con la cual lograr una adecuada validación de variables.

**Tabla 118. Descriptivos – Succión (gr/min/200cm<sup>2</sup>) Sika-1 + Chemayolic**

|   |                 | Descriptivos                                |                 | Estadístico | Desv. Error |
|---|-----------------|---|-----------------|-------------|-------------|
|   |                 | Adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC (%)          |                 |             |             |
| Succión (gr.<br>/min/200cm <sup>2</sup> )   | ,00             | Media                                       |                 | 10,1833     | ,06561      |
|   |                 | 95% de intervalo de confianza para la media | Limite inferior | 10,0147     |             |
|   |                 |   | Limite superior | 10,3520     |             |
|   |                 | Media recortada al 5%                       |                 | 10,1831     |             |
|   |                 | Mediana                                     |                 | 10,1800     |             |
|   |                 | Varianza                                    |                 | ,026        |             |
|   |                 | Desv. Desviación                            |                 | ,16071      |             |
|   |                 | Mínimo                                      |                 | 10,00       |             |
|   |                 | Máximo                                      |                 | 10,37       |             |
|   |                 | Rango                                       |                 | ,37         |             |
|   |                 | Rango intercuartil                          |                 | ,29         |             |
|   |                 | Asimetría                                   |                 | ,020        | ,845        |
|   |                 | Curtosis                                    |                 | -2,783      | 1,741       |
|   |                 |   | 2,00            | Media       |             |
| 95% de intervalo de confianza para la media | Limite inferior |   |                 | 3,8470      |             |
|   | Limite superior |   |                 | 3,9730      |             |
| Media recortada al 5%                       |                 |   |                 | 3,9100      |             |
| Mediana                                     |                 |   |                 | 3,9100      |             |
| Varianza                                    |                 |   |                 | ,004        |             |
| Desv. Desviación                            |                 |   |                 | ,06000      |             |
| Mínimo                                      |                 |   |                 | 3,84        |             |
| Máximo                                      |                 |   |                 | 3,98        |             |
| Rango                                       |                 |   |                 | ,14         |             |
| Rango intercuartil                          |                 |   |                 | ,11         |             |
| Asimetría                                   |                 |   |                 | ,000        | ,845        |
| Curtosis                                    |                 |   |                 | -2,705      | 1,741       |
|   | 2,50            |   |                 | Media       |             |
|   |                 | 95% de intervalo de confianza para la media | Limite inferior | 3,3091      |             |
|   |                 |   | Limite superior | 3,4609      |             |
|   |                 | Media recortada al 5%                       |                 | 3,3833      |             |
|   |                 | Mediana                                     |                 | 3,3750      |             |
|   |                 | Varianza                                    |                 | ,005        |             |
|   |                 | Desv. Desviación                            |                 | ,07232      |             |
|   |                 | Mínimo                                      |                 | 3,30        |             |
|   |                 | Máximo                                      |                 | 3,50        |             |
|   |                 | Rango                                       |                 | ,20         |             |
|   |                 | Rango intercuartil                          |                 | ,13         |             |
|   |                 | Asimetría                                   |                 | ,647        | ,845        |
|   |                 | Curtosis                                    |                 | -,089       | 1,741       |
|   |                 |   | 3,00            | Media       |             |
| 95% de intervalo de confianza para la media | Limite inferior |   |                 | 3,4596      |             |
|   | Limite superior |   |                 | 3,5837      |             |
| Media recortada al 5%                       |                 |   |                 | 3,5207      |             |
| Mediana                                     |                 |   |                 | 3,5150      |             |
| Varianza                                    |                 |   |                 | ,003        |             |
| Desv. Desviación                            |                 |   |                 | ,05913      |             |
| Mínimo                                      |                 |   |                 | 3,46        |             |

|                    |        |       |
|--------------------|--------|-------|
| Máximo             | 3,60   |       |
| Rango              | ,14    |       |
| Rango intercuartil | ,11    |       |
| Asimetría          | ,249   | ,845  |
| Curtosis           | -2,337 | 1,741 |

### Prueba de normalidad:

Las hipótesis planteadas se relacionan con la distribución de la muestra bajo un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ :

Ho: Datos que se originan en una distribución normal.

H1: Datos que no se originan en una distribución normal.

La Tabla 90 muestra el análisis de la prueba de normalidad que se obtuvo luego de analizar la succión del adobe compactado, donde a distintos porcentajes de adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC se asignaron seis grados de libertad a los rangos asignados al análisis estadístico. Cuando los grados de libertad están por debajo de 50, corresponde analizar por el método “Shapiro-Wilk”, donde se considera que uno de los valores de significancia es menor a 0.05, entonces, la distribución de datos no es paramétrica.

**Tabla 119. Prueba de normalidad – Succión (gr/min/200cm<sup>2</sup>) Sika-1 + Chemayolic**

|  |      | Pruebas de normalidad           |    |       |              |    |      |
|--|------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| Adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC (%)     |      | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|  |      | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| Succión (gr. /min/200cm <sup>2</sup> ) | ,00  | ,260                            | 6  | ,200* | ,859         | 6  | ,187 |
|  | 2,00 | ,248                            | 6  | ,200* | ,870         | 6  | ,227 |
|  | 2,50 | ,139                            | 6  | ,200* | ,971         | 6  | ,896 |
|  | 3,00 | ,259                            | 6  | ,200* | ,883         | 6  | ,284 |

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

### Histograma:

El siguiente gráfico presenta el histograma que resulta para la SUCCIÓN del adobe compactado en adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC. Donde se puede apreciar una frecuencia con un sesgo simétrico a la distribución de datos, para la distribución de datos no paramétrica. La SUCCIÓN muestra una media de 5.25 en los 24 datos analizados, y desviación estándar de 2.918.

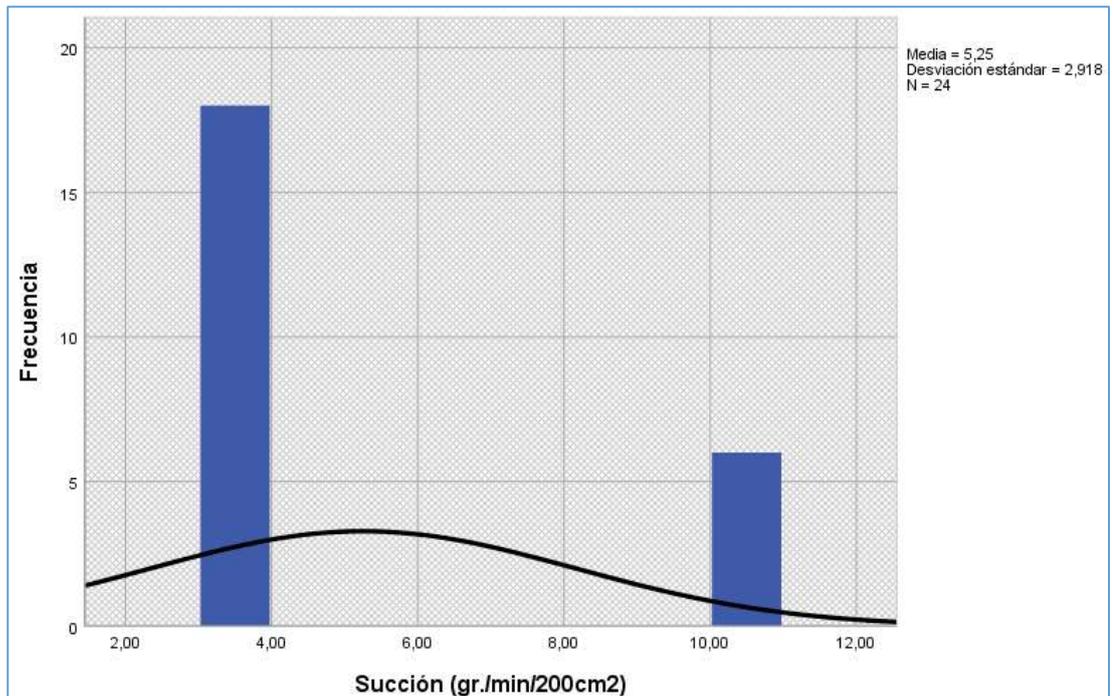


Figura 53. Histograma – Succión (gr./min/200cm2) Sika-1 + CHEMAYOLIC

#### Análisis de varianza:

Las hipótesis son planteadas en relación a la comparación de las medias con un nivel de significancia  $\alpha=0.05$ .

Ho: La diferencia estadística entre las medias es prácticamente nula.

H1: La diferencia estadística entre las medias es significativa.

El análisis de varianza de dos factores fue analizado, bajo una distribución de datos no paramétrica. Si entre grupos existe una significancia menor de 0.05, la hipótesis nula es rechazada, en caso contrario se acepta. La tabla 120 presenta los resultados del análisis de varianza con respecto a la SUCCIÓN del adobe compactado.

**Tabla 120. Análisis de varianza ANOVA – Succión (gr./min/200cm2) Sika-1 + Chemayolic**

| ANOVA                    |                   |    |                  |          |      |
|--------------------------|-------------------|----|------------------|----------|------|
| Succión (gr./min/200cm2) |                   |    |                  |          |      |
|                          | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F        | Sig. |
| Entre grupos             | 195,592           | 3  | 65,197           | 6835,311 | ,000 |
| Dentro de grupos         | ,191              | 20 | ,010             |          |      |
| Total                    | 195,783           | 23 |                  |          |      |

La significancia fue de  $2.85 \times 10^{-30}$ , menor que 0.05, entonces, se rechaza la hipótesis nula y se deduce que hay diferencia estadística significativa entre las medias de la adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC con nivel de significación de  $\alpha=0.05$ , además, las proporciones de adición tienen una influencia significativa en la succión del adobe compactado.

### Diagrama de dispersión:

De acuerdo con la tabla 120, se presenta en la siguiente grafica el cuadro de dispersión de puntos generado para la succión conforme aumenta el porcentaje de adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC. La ecuación de ajuste  $R^2 = 0.999$ , representa un coeficiente alto para la curva de tendencia que resulta de los distintos rangos que fueron asignados a la succión.

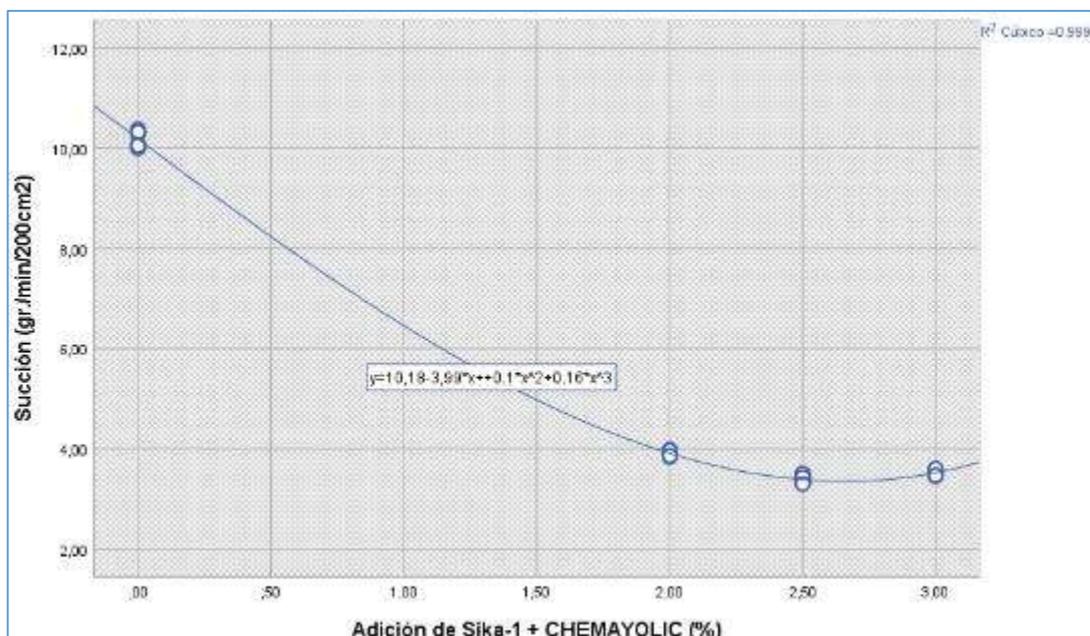


Figura 54. Diagrama de dispersión – Succión (gr/min/200cm2) Sika-1 + CHEMAYOLIC

- Resistencia a compresión (Kg/cm2) al adicionar Sika-1 + CHEMAYOLIC:

### Descriptivos:

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron luego de aplicar el aditivo impermeabilizante Sika-1 + CHEMAYOLIC en distintos porcentajes, se procesaron los datos descriptivos referentes a la resistencia a la compresión del adobe compactado. La tabla 121 muestra el resultado estadísticamente trabajado, y analizado con la asignación de rangos previamente determinado en cuanto a los porcentajes de adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC. Se buscó encontrar la más verídica distribución de datos, con la cual lograr una adecuada validación de variables.

**Tabla 121. Descriptivos – Resistencia a compresión (Kg/cm2) Sika-1 + Chemayolic**

|                                    |         |   | Descriptivos    |   |                 |         |
|------------------------------------|---------|---|-----------------|---|-----------------|---------|
| Adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC (%) |         |   | Estadístico     | Desv. Error                                 |                 |         |
| Resistencia a compresión (Kg/cm2)  | ,00     | Media                                       | 22,5233         | 1,14753                                     |                 |         |
|                                    |         | 95% de intervalo de confianza para la media | Limite inferior | 19,5735                                     |                 |         |
|                                    |         |   | Limite superior | 25,4732                                     |                 |         |
|                                    |         | Media recortada al 5%                       | 22,4698         |   |                 |         |
|                                    |         | Mediana                                     | 22,3850         |   |                 |         |
|                                    |         | Varianza                                    | 7,901           |   |                 |         |
|                                    |         | Desv. Desviación                            | 2,81087         |   |                 |         |
|                                    |         | Mínimo                                      | 18,75           |   |                 |         |
|                                    |         | Máximo                                      | 27,26           |   |                 |         |
|                                    |         | Rango                                       | 8,51            |   |                 |         |
|                                    |         | Rango intercuartil                          | 3,81            |   |                 |         |
|                                    |         | Asimetría                                   | ,673            | ,845  |                 |         |
|                                    |         | Curtosis                                    | 1,723           | 1,741                                       |                 |         |
|                                    |         | 2,00  | 2,00            | Media                                       | 21,2217         | 1,22233 |
|                                    |         |   |                 | 95% de intervalo de confianza para la media | Limite inferior | 18,0796 |
| Limite superior                    | 24,3638 |   |                 |   |                 |         |
| Media recortada al 5%              | 21,2541 |   |                 |   |                 |         |
| Mediana                            | 21,6900 |   |                 |   |                 |         |
| Varianza                           | 8,965   |   |                 |   |                 |         |
| Desv. Desviación                   | 2,99409 |   |                 |   |                 |         |
| Mínimo                             | 17,08   |   |                 |   |                 |         |
| Máximo                             | 24,78   |   |                 |   |                 |         |
| Rango                              | 7,70    |   |                 |   |                 |         |
| Rango intercuartil                 | 5,95    |   |                 |   |                 |         |
| Asimetría                          | -,372   |   |                 | ,845  |                 |         |
| Curtosis                           | -1,360  |   |                 | 1,741                                       |                 |         |
| 2,50                               | 2,50    |   |                 | Media                                       | 24,9117         | 1,24721 |
|                                    |         |   |                 | 95% de intervalo de confianza para la media | Limite inferior | 21,7056 |
|                                    |         | Limite superior                             | 28,1177         |   |                 |         |
|                                    |         | Media recortada al 5%                       | 25,0424         |   |                 |         |
|                                    |         | Mediana                                     | 25,4450         |   |                 |         |
|                                    |         | Varianza                                    | 9,333           |   |                 |         |
|                                    |         | Desv. Desviación                            | 3,05502         |   |                 |         |
|                                    |         | Mínimo                                      | 19,97           |   |                 |         |
|                                    |         | Máximo                                      | 27,50           |   |                 |         |
|                                    |         | Rango                                       | 7,53            |   |                 |         |
|                                    |         | Rango intercuartil                          | 4,79            |   |                 |         |
|                                    |         | Asimetría                                   | -,814           | ,845  |                 |         |
|                                    |         | Curtosis                                    | -,449           | 1,741                                       |                 |         |
|                                    |         | 3,00  | 3,00            | Media                                       | 23,6500         | ,82632  |
|                                    |         |   |                 | 95% de intervalo de confianza para la media | Limite inferior | 21,5259 |
| Limite superior                    | 25,7741 |   |                 |   |                 |         |
| Media recortada al 5%              | 23,6683 |   |                 |   |                 |         |
| Mediana                            | 23,6250 |   |                 |   |                 |         |
| Varianza                           | 4,097   |   |                 |   |                 |         |
| Desv. Desviación                   | 2,02407 |   |                 |   |                 |         |

|                    |       |       |
|--------------------|-------|-------|
| Mínimo             | 20,68 |       |
| Máximo             | 26,29 |       |
| Rango              | 5,61  |       |
| Rango intercuartil | 3,31  |       |
| Asimetría          | -,219 | ,845  |
| Curtosis           | -,692 | 1,741 |

### Prueba de normalidad:

Las hipótesis planteadas se relacionan con la distribución de la muestra bajo un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ :

Ho: Datos que se originan en una distribución normal.

H1: Datos que no se originan en una distribución normal.

La Tabla 122 muestra el análisis de la prueba de normalidad que se obtuvo luego de analizar la resistencia a la compresión del adobe compactado, donde a distintos porcentajes de adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC se asignaron seis grados de libertad a los rangos asignados al análisis estadístico. Cuando los grados de libertad están por debajo de 50, corresponde analizar por el método “Shapiro-Wilk”, donde se considera que uno de los valores de significancia es menor a 0.05, entonces, la distribución de datos no es paramétrica.

**Tabla 122. Prueba de normalidad – Resistencia a compresión (Kg/cm2) Sika-1 + Chemayolic**

|                                   | Adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC (%) | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|                                   |                                    | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| Resistencia a compresión (Kg/cm2) | ,00                                | ,224                            | 6  | ,200* | ,951         | 6  | ,745 |
|                                   | 2,00                               | ,201                            | 6  | ,200* | ,941         | 6  | ,669 |
|                                   | 2,50                               | ,280                            | 6  | ,154  | ,837         | 6  | ,123 |
|                                   | 3,00                               | ,165                            | 6  | ,200* | ,974         | 6  | ,920 |

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

### Histograma:

El siguiente gráfico presenta el histograma que resulta para la RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN del adobe compactado en adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC. Donde se puede apreciar una frecuencia con un sesgo simétrico a la distribución de datos, para la distribución de datos no paramétrica. La RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN muestra una media de 23.08 en los 24 datos analizados, y desviación estándar de 2.92.

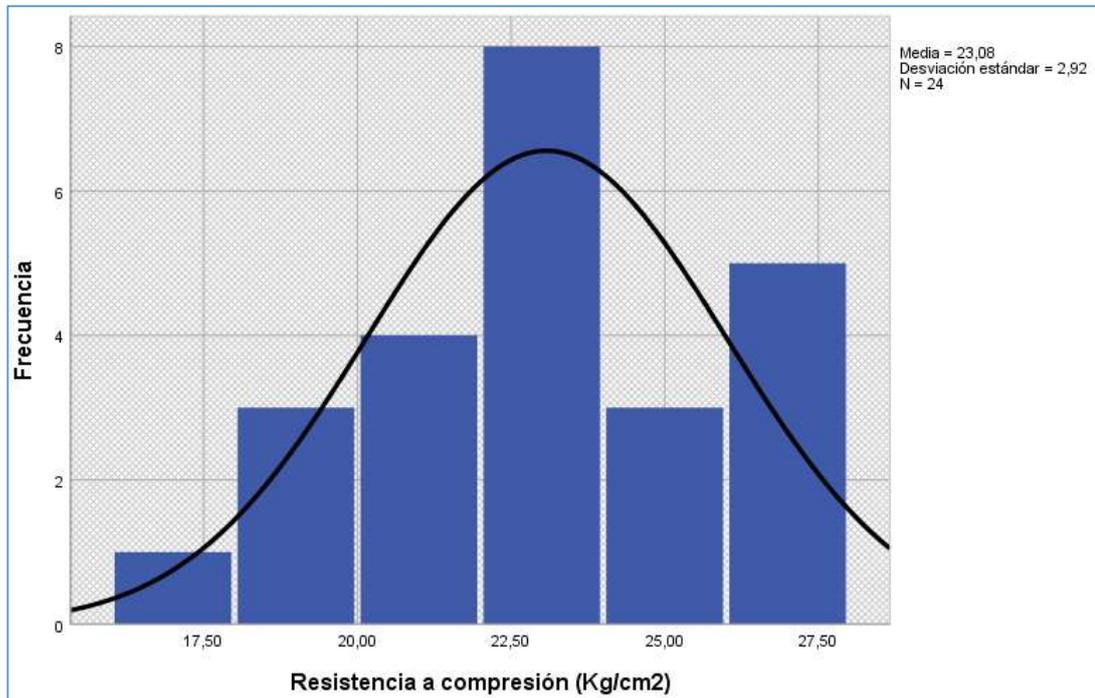


Figura 55. Histograma – Resistencia a compresión (Kg/cm2) Sika-1 + CHEMAYOLIC

#### **Análisis de varianza:**

Las hipótesis son planteadas en relación a la comparación de las medias con un nivel de significancia  $\alpha=0.05$ .

Ho: La diferencia estadística entre las medias es prácticamente nula.

H1: La diferencia estadística entre las medias es significativa.

El análisis de varianza de dos factores fue analizado, bajo una distribución de datos no paramétrica. Si entre grupos existe una significancia menor de 0.05, la hipótesis nula es rechazada, en caso contrario se acepta. La tabla 123 presenta los resultados del análisis de varianza con respecto a la RESISTENCIA A COMPRESIÓN del adobe compactado.

**Tabla 123. Análisis de varianza ANOVA – Resistencia a compresión (Kg/cm2) Sika-1 + Chemayolic**

**ANOVA**

Resistencia a compresión (Kg/cm2)

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F     | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Entre grupos     | 44,659            | 3  | 14,886           | 1,965 | ,152 |
| Dentro de grupos | 151,478           | 20 | 7,574            |       |      |
| Total            | 196,137           | 23 |                  |       |      |

La significancia fue de 0.152, mayor que 0.05, entonces, se acepta la hipótesis nula y se deduce que no hay diferencia estadística significativa entre las medias de la adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC, con nivel de significación de  $\alpha=0.05$ , además, las proporciones de adición no tienen una influencia significativa en la resistencia a compresión del adobe compactado.

**Diagrama de dispersión:**

De acuerdo con la tabla 123, se presenta en la siguiente grafica el cuadro de dispersión de puntos generado para la succión conforme aumenta el porcentaje de adición de Sika-1 + CHEMAYOLIC. La ecuación de ajuste  $R^2 = 0.228$ , representa un coeficiente alto para la curva de tendencia que resulta de los distintos rangos que fueron asignados a la resistencia a la compresión.

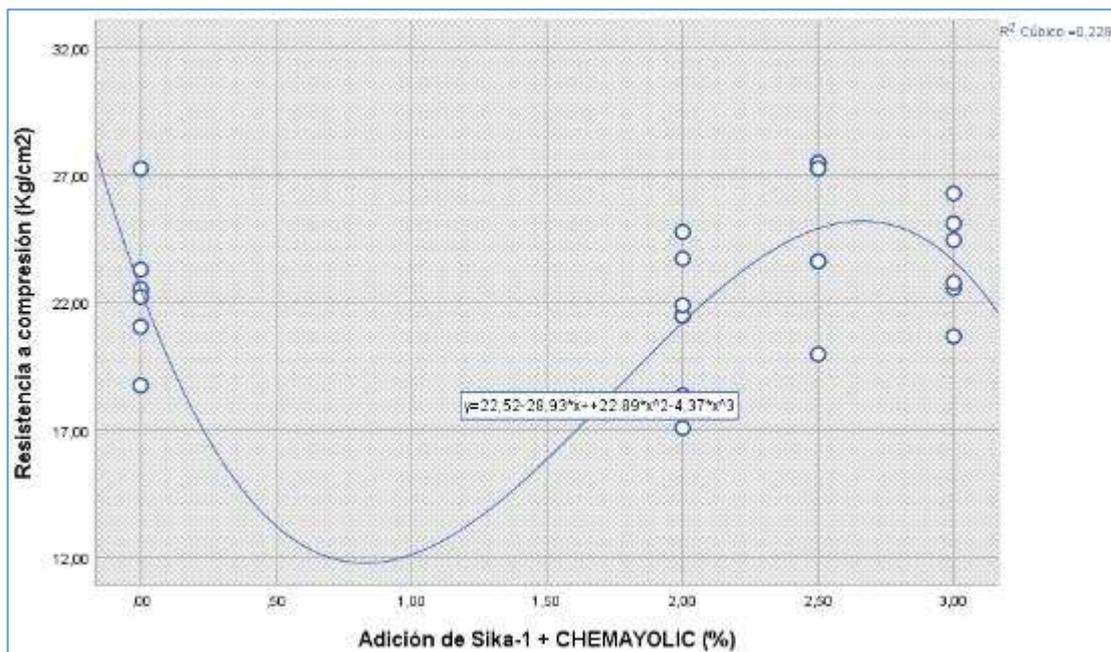


Figura 56. Diagrama de dispersión – Resistencia a compresión (Kg/cm2) Sika-1 + CHEMAYOLIC

### **4.3 Discusión de resultados**

#### **Con referencia a los ensayos de laboratorio con adobes compactados**

Se logró controlar la aparición de grietas por variación de temperatura de secado (dilatación y contracción), en el caso de los adobes compactados las apariciones de grietas son en un número menor que los adobes tradicionales, también se observó que los adobes que contienen CHEMAYOLIC las grietas son prácticamente inexistentes. Con referencia a la forma de las fallas que presentaron en el ensayo de compresión los adobes comprimidos sin aditivo y con aditivo Sika-1 fueron de falla dúctil, mientras que los adobes con CHEMAYOLIC presentaron fallas frágiles. Otro aspecto observado, ha sido el comportamiento a la erosión acelerada por goteo, se observó que prácticamente la altura de oquedad disminuyó en gran medida, donde algunos adobes no presentaron oquedad.

#### **Con referencia a los aportes que se lograron obtener en el estudio.**

El aditivo que mejores resultados presentan es el Chemayolic en comparación con el Sika-1, incrementando la resistencia a la compresión a valores que sobrepasaron los parámetros mínimos que establece la Norma E- 0.80, con respecto a la absorción y succión el porcentaje de Chemayolic que logro disminuir grandemente la absorción y succión fue 4.5%.

Se evidencia que la adición de Sika-1 mejora su comportamiento con respecto a la humedad (absorción y succión), pero con respecto a la resistencia a la compresión no contribuye. En cambio, el aditivo CHEMAYOLIC, mejorar el adobe comprimido con referencia a la absorción, succión resistencia a la compresión y resistencia a la erosión acelerada.

Se estableció un procedimiento de mezclado en seco del suelo seleccionado, con los aditivos sika-1 y CHEMAYOLIC, un compactado similar al ensayo proctor para el cual se utilizó un pisón y el procedimiento de compresión usando las dos gatas hidráulicas de 2 toneladas en el molde fabricado con material reciclado.

#### **Con referencia a los resultados del estudio y de los antecedentes.**

-Se determinó que mientras más porcentaje de aditivo CHEMAYOLIC se agrega a la fabricación del adobe compactado, la resistencia a la compresión crece, en los ensayos de compresión se obtuvo un valor de 27.1 kg/cm<sup>2</sup> con una adición de 4.5%.

-Después de haber realizado los ensayos con el material seleccionado para la fabricación de adobes compactados, se pudo inferir que es posible realizar la fabricación de los adobes

compactados con varios tipos de suelo arcilloso que cumplan con los parámetros que recomienda la norma.

– A pesar de que la extracción de material fue de una única cantera la resistencia a la compresión con el aditivo CHEMAYOLIC fue de 24,2 a 27,1 kg/cm<sup>2</sup> y con el aditivo Sika-1 algo menor de 18,5 a 21 kg/cm<sup>2</sup>, pero no sobrepasaron los resultados de Benites Zapata (2017) que llegó a 27,32 kg/cm<sup>2</sup> con un aditivo de extracto de cabuña con adobe estabilizado, Carrasco Aguilar y Sinti Lozano (2019) que llegaron a 67,27 kg/cm<sup>2</sup> con la adición de 8% de fibra de hoja de piña con adobe compactado.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

1. En esta tesis, se obtuvo un elemento de tierra cruda (adobe compactado) mucho más impermeable y resistente que lo habitualmente conocido, por medio de la aplicación de los aditivos “Sika-1” y “CHEMAYOLIC”, de modo que contribuirán con la estructura de las viviendas en San Jerónimo-Cusco. Lo más importante para la obtención de adobes compactados impermeables fue el agregar la porción de aditivo en diferentes porcentajes porque determino a encontrar la dosificación adecuada para mejorar sus propiedades de absorción, succión y a la resistencia acelerada por goteo. lo más difícil fue el funcionamiento de la máquina compactadora el cual mandamos a fabricar con metales reciclados el cual fue diseñado por nosotros mismo en base a los antecedentes de la investigación.
2. Se demuestra la influencia del Aditivo Impermeabilizante Sika-1 y del pegamento impermeabilizante CHEMAYOLIC en la succión y absorción del adobe compactado en el distrito de San Jerónimo-Cusco, así como la que resulta de la combinación de ambos aditivos se tienen resultados similares. Ya que según la Tabla 8. Resumen De Los Resultados Promedios. Se pudo observar en el ensayo de absorción que la adición de CHEMAYOLIC en un 1.5% llega a mejorar la absorción de 34.49% hasta 10.91% representando una disminución de 68%. Además, se observa también, en el ensayo de succión que la adición de Sika-1 y CHEMAYOLIC juntos en 1% (200 g.) y 1.5% (300 g.) respectivamente llega a mejorar la succión disminuyendo de 10.18% hasta 3.39% representando una disminución de 67%. Concluyendo que el aditivo que mejor contribuye con el adobe comprimido con respecto a la absorción de agua es el CHEMAYOLIC en un porcentaje de 1.5% de adición y con respecto a la Succión el mejor es el CHEMAYOLIC con una adición de 4.5%.
3. En esta tesis se determinó la resistencia a la compresión y a la erosión acelerada luego de utilizar el pegamento impermeabilizante CHEMAYOLIC e Impermeabilizante Sika-1 en la fabricación del adobe compactado, en el distrito de San Jerónimo-Cusco Ya que según la Tabla 8. Resumen De Los Resultados Promedios. Se puede observar en el ensayo de compresión que la adición de CHEMAYOLIC en un 4.5% llega a mejorar la resistencia a la compresión de 22.5 kg/cm<sup>2</sup> hasta 27.01% representando un incremento de 20%. Además, se observa también, en el ensayo de erosión acelerada que la adición de Sika-1 y CHEMAYOLIC juntos en 1.25% (250 g) y 0.75% (150 g) respectivamente llega a mejorar la resistencia a la erosión disminuyendo la oquedad 9.83mm hasta 0.17 mm representando una disminución de 98%. Concluyendo que el aditivo que mejor contribuye con el adobe comprimido con respecto a la resistencia a la compresión es el CHEMAYOLIC en un

porcentaje de 4.5% de adición y con respecto a la resistencia a la erosión es la combinación de los aditivos Sika-1 y CHEMAYOLIC con una adición de 1.25% y 0.75% respectivamente. Llegando así a demostrar la segunda hipótesis específica del estudio.

4. El estudio de investigación que se realizó se centra en mejorar la unidad de adobe, en lo que se refiere a su resistencia a la humedad, según los resultados hay mejoría en absorción en succión y resistencia a la compresión y resistencia a la erosión acelerada.

## CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

1. Se recomienda colocar una cantidad igual de material en peso a la caja de máquina de compresión para que todos los adobes salgan con la misma altura.
2. Se recomienda mezclar los aditivos cuando el material este seco para poder calcular con precisión en contenido óptimo de humedad y que la mezcla compactada alcance la máxima densidad seca.
3. Seleccionar previamente el material con que se va a realizar los adobes compactados, es decir tener la información adecuada de índice de plasticidad, granulometría, peso específico seco y contenido óptimo de humedad.
4. Se recomienda que al realizar el compactado con la máquina para elaborar las unidades de adobes el personal técnico debe contar con los implementos de seguridad para evitar los accidentes.
5. Se recomienda usar gatas de más tonelajes y con la implementación de dos guías de acero para conseguir adobes de misma altura y obtener la máxima compresión.
6. Se recomienda realizar estudios de pilas y de muretes para tener información de cómo actúa con el mortero y cuál sería su comportamiento en muros sometidos a movimientos sísmicos.

## CAPÍTULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARCEDO FERNÁNDEZ, M. *Resistencia a compresión de bloques de tierra comprimida estabilizada con materiales de sílice de diferente tamaño de partícula.* . Tesis (Máster Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica). Madrid : Universidad Politécnica de Madrid Escuela, 2012.
2. CHOQUE RUELAS, Godofredo Edgar and HUAMAN MEZA, Julio. Adobes comprimidos suelo-cemento una alternativa ecológica. *Instituto de la Construcción y Gerencia*. Online. July 2009. Vol. 1, no. 1, p. 3. [Accessed 1 December 2021]. Available from: <https://es.scribd.com/doc/221941892/Pip-Est-Porcon-Alto>
3. INEI. *Características de las viviendas particulares y los hogares* Online. 2018. Available from: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf)
4. CID FALCETO, Jaime Jesus. *Durabilidad de los bloques de tierra comprimida. Evaluación y recomendaciones para la normalización de los ensayos de erosión y absorción.* . Tesis (Doctor Ingeniero Agrónomo). Madrid : Universidad Politécnica De Madrid Escuela, 2012.
5. MILLOGO, Y., et al. Experimental analysis of Pressed Adobe Blocks reinforced with Hibiscus cannabinus fibres. *Construction and Building Materials*. 2014. Vol. 52, p. 71–78. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2013.10.094.
6. MCGREGOR, F., et al. La capacidad amortiguadora de la humedad de la mampostería de arcilla sin cocer. *Building and Environment*. 2014. Vol. 82, p. 599–607. DOI 10.1016/j.buildenv.2014.09.027.
7. CHAMPIRÉ, F., et al. Impacto de la humedad relativa en el comportamiento mecánico de la tierra compactada para la construcción de edificios. *Construction and Building Materials*. 2016. Vol. 110, p. 70–78. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2016.01.027.
8. REYNA NORIEGA, Yeniffer Madeley. *Influencia de la ceniza y cemento en el adobe para muro de mampostería sobre la compresión y durabilidad, Trujillo 2018.* . Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo : Unicersidad Privada del Norte, 2017.
9. BENITES ZAPATA, Verónica Beatriz. *Adobe estabilizado con extracto de cabuya*

(*Furcraea andina*). . Tesis (Título Profesional De Ingeniero Civil). Piura : Universidad De Piura, 2017.

10. CARRASCO AGUILAR, Edwar Enrique and SINTI LOZANO, Jonathan Alexander. *Diseño de un bloque de adobe compactado, utilizando fibra de la hoja de piña, para mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2019*. Online. Tesis (Título Profesional De Ingeniero Civil). Tarapoto : Uniersidad César Vallejo, 2019. [Accessed 1 February 2022]. Available from: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez\\_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
11. QUINTANA, Diana and VERA, Mithdwar. *Evaluación de la erosión y la resistencia a compresión de adobes con sustitución parcial y total del agua en peso por Mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%*. Online. Tesis (Título Profesional De Ingeniero Civil). Cusco : Universidad Andina del Cusco, 2017. [Accessed 11 November 2021]. Available from: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/1212>
12. FABIÁN DÍAZ, Janeth Sharún. *Análisis De La Resistencia De Unidades De Adobe Compactado Con Aditivos Impermeabilizantes Perma-Zyme, Huánuco-2019*. Online. Tesis (Título Profesional De Ingeniero Civil). HUÁNUCO : Universidad de Huanuco, 2021. [Accessed 1 January 2022]. Available from: [http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/238/uzuriaga\\_cespedes\\_eve\\_r\\_tesis\\_maestria\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/238/uzuriaga_cespedes_eve_r_tesis_maestria_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
13. ROJAS TIRADO, Fernando Damián. *Diseño de un bloque de adobe compactado con adición de viruta de madera para mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2020*. Online. Tesis (Título Profesional De Ingeniero Civil). Tarapoto : Universidad César Vallejo, 2020. [Accessed 15 January 2022]. Available from: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez\\_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
14. PEÑARANDA QUITO, Anyelly Carmen. *Resistencia a compresión y asborción del adobe compactado con sustitución del agua por goma de tuna en porcentajes de 5%, 10% y 15%, Huaraz-Ancash*. . Tesis (Título Profesional De Ingeniero Civil). Huaraz : Universidad San Pedro, 2018.
15. QUIROZ CASANOVA, Carlos Alfredo Quiroz. *Resistencia A Flexión, Compresión Y Grado De Absorción Del Adobe Compactado, Con 2%, 4% Y 6% De Cal Hidratada,*

- Distrito De Baños Del Inca, Cajamarca 2018.* . Tesis (Título Profesional De Ingeniero Civil). Cajamarca : Universidad Privada del Norte, 2020.
16. ALCÁNTARA LONGA, Diana Araceli. *Efecto De Tres Niveles De Miel De Caña De Azucar En La Resistencia A La Compresión Del Adobe Compactado.* . Tesis (Título Profesional De Ingeniero Civil). Cajamarca : Universidad Privada del Norte, 2018.
  17. NTP 399.613. *Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.*R.D. N° 057-2017-INACAL/DN. LIMA,2018 : 34 pp.
  18. COMITÉ TÉCNICO DE LA NTE E.070 ALBAÑILERÍA. *Norma E.070 albañilería Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO.* Lima 2020 : 55 pp.
  19. AENOR. *Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques definiciones, especificaciones y métodos de ensayo. Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 41 Construcción cuya Secretaría desempeña AENOR.* 2008. Madrid : 26 pp.
  20. RNE, E-080. *Norma E.080 diseño y construcción con tierra reforzada.* 2017. 24 pp.
  21. JUÁREZ BADILLO, EULALIO and RICO RODRÍGUEZ, ALFONSO. *Mecanica de suelos - Juarez Badillo.pdf.* . TOMO 1. MEXICO, 2005. ISBN 978-968-18-0069-7.
  22. MTC. *Manual de ensayo de materiales. Resolucion directorial N°18-216-MTC/14.* 2020. 1272 pp.

## CAPÍTULO VIII: ANEXOS

### PRESUPUESTO

Tabla 01. Presupuesto propuesto a la investigación.

| <b>Recursos</b>   | <b>Costos</b>     |
|---|-------------------|
| - Materiales de escritorio (Papel, lapiceros, lápiz, etc.)  | S/ 50.00          |
| - Bibliografía (Libros impresos, libros digitales, fotocopias)  | S/ 300.00         |
| - Impresiones y copias  | S/ 200.00         |
| - Empastados  | S/ 50.00          |
| - Materiales del experimento (suelo, pegamento CHEMAYOLIC, impermeabilizante sika-1, máquina de compresión de adobes) | S/ 2500.00        |
| - Transporte  | S/ 100.00         |
| - Contingencia o imprevistos  | S/ 100.00         |
| - Derechos de pago de la Universidad  | S/ 3250.00        |
| <b>TOTAL</b>  | <b>S/ 6550.00</b> |

## CRONOGRAMA

Tabla 02. Cronograma propuesto para la investigación.

| Actividades                                  | Períodos |         |       |
|--|----------|---------|-------|
|  | Enero    | Febrero | Marzo |
| Formulación del problema de investigación    | X        |         |       |
| Presentación del plan de tesis               |          | X       |       |
| Recopilación de información                  |          | X       |       |
| Toma de datos ensayos de laboratorio y campo |          |         | X     |
| Análisis de los resultados                   |          |         | X     |
| Conclusiones y recomendaciones               |          |         | X     |
| Presentación del borrador de Tesis           |          |         | X     |
| Corrección de observaciones                  |          |         | X     |
| Presentación de la Tesis                     |          |         | X     |

## PANEL FOTOGRÁFICO DE LABORATORIO

### CUARTEO PARA ELABORAR LOS ENSAYOS



### GRANULOMETRÍA





GRANULOMETRÍA



LÍMITE LÍQUIDO



LÍMITE LÍQUIDO





LÍMITE LÍQUIDO



LÍMITE LÍQUIDO



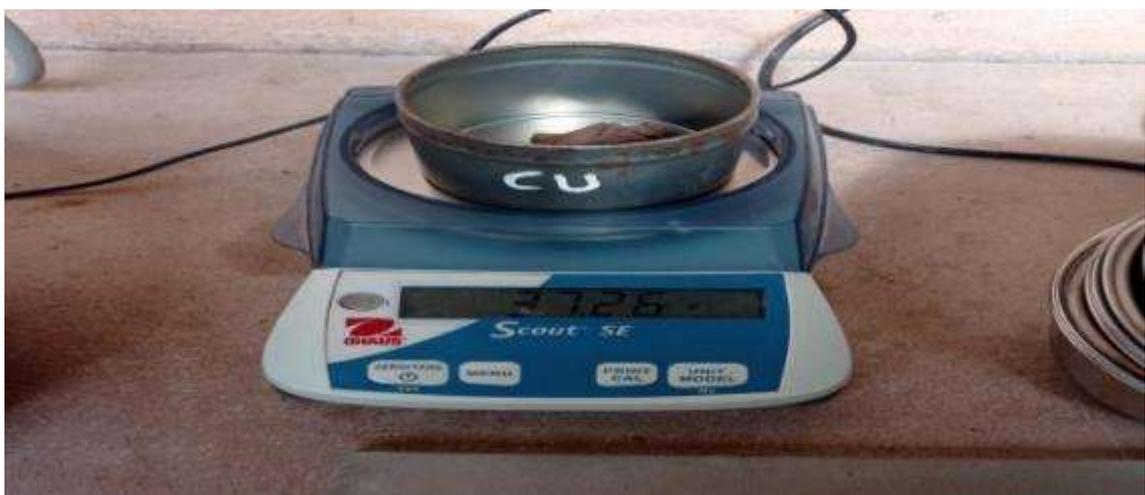
LÍMITE PLÁSTICO



LÍMITE PLÁSTICO



LÍMITE PLÁSTICO



LÍMITE PLÁSTICO



Prueba De Absorción - Sin Presencia de Aditivo



Prueba De Absorción - Con El Aditivo Sika-1



Prueba De Absorción - Con El Aditivo CHEMAYOLIC



Prueba De Absorción - La Combinación De Los Dos Aditivos Sika-1 y CHEMAYOLIC



PRUEBA DE ABSORCIÓN



PRUEBA DE ABSORCIÓN



Prueba De Succión - Sin Presencia de Aditivo



Prueba De Succión - Con El Aditivo Sika-1



Prueba De Succión - Con El Aditivo CHEMAYOLIC



Prueba De Succión - Con La Mezcla De Los Aditivos Sika-1 y CHEMAYOLIC



PRUEBA DE SUCCIÓN



PRUEBA DE SUCCIÓN



Prueba De Erosión Acelerada - Sin Presencia De Aditivo



Prueba De Erosión Acelerada - Con Presencia De Aditivo Sika-1



Prueba De Erosión Acelerada - Con Presencia De Aditivo CHEMAYOLIC



Prueba De Erosión Acelerada - Con La Mezcla De Los Aditivos Sika-1 y CHEMAYOLIC



EROSIÓN ACCELERADA



EROSIÓN ACELERADA



EROSIÓN ACELERADA



Prueba De Resistencia A La Compresión - Sin Presencia De Aditivo



Prueba De Resistencia A La Compresión - Con El Aditivo Sika-1



Prueba De Resistencia A La Compresión - Con El Aditivo CHEMAYOLIC



Prueba De Resistencia A La Compresión - Con La Mezcla De Los Aditivos Sika-1 y CHEMAYOLIC



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



## PANEL FOTOGRÁFICO DE ELABORACIÓN DEL ADOBE

### UBICACIÓN DE CANTERA



### UBICACIÓN DEL ADITIVO SIKA – 1



### UBICACIÓN DEL ADITIVO CHEMAYOLIC



## HERRAMIENTAS QUE SE UTILIZÓ



## MATERIAL SELECCIONADO



## Preparación De Los Porcentajes Del Aditivo Sika – 1



Preparación De Los Porcentajes Del Aditivo CHEMAYOLIC



Preparación De Los Porcentajes De La Combinación De Los Aditivos Sika-1 y CHEMAYOLIC



## Elaboración Del Adobe Compactado Con La Máquina Prefabricada



## Resultados De Adobe Compactado Sin Presencia De Aditivo



Resultados De Adobe Compactado Con Presencia De Aditivo Sika – 1



Resultados De Adobe Compactado Con Presencia De Aditivo CHEMAYOLIC



## Resultados De Adobe Compactado Con La Combinación De Los Dos Aditivos Sika -1 y CHEMAYOLIC



Secado De Adobes



# CONSTANCIA Y CERTIFICADOS DE CALIBRACION EMITIDOS POR LABORATORIO..



Cusco, 30 de marzo de 2022

## Constancia de Ensayos de Laboratorio

Por medio de la presente carta hago constar que mi persona Mirian Tuanama Huiñapi con DNI: 43876357 gerente general de la empresa Laboratorio de Asfalto Concreto y suelos EIRL. (ASCONSUS EIRL.) Que los bachilleres en Ingeniería Civil ROGER VICTOR SALAS PPUYO y FRANK JOBEHR MAMANI MARTINEZ realizaron los ensayos de su tesis "INFLUENCIA DEL ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA-1 Y CHEMAYOLIC EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPACTADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO", realizado y concluido con los ensayos que solicito, los cuales se desarrollaron en el Laboratorio, y en tal sentido se les facilita los certificados de calibración de los equipos utilizados.

Los ensayos realizados son:

- o Ensayo a la erosión acelerada swinburne 60 unidades.
- o Ensayos de succión 60 unidades.
- o Ensayo de absorción 60 unidades.
- o Ensayo resistencia a la compresión 60 unidades.
- o Se adjunta los certificados de las maquinas del laboratorio.

Se emite este documento para los fines académicos pertinentes de los mencionados bachilleres.

Atentamente :

LABORATORIO  
**ASCONSUS** E.I.R.L.  
Mirian Tuanama Huiñapi  
GERENTE GENERAL



**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Fecha de emisión        | 2023/04/20   |
| Solicitante             | ASCONSU E.I.R.L.   |
| Dirección               | MZA. H LOTE. 1 APV PARAISO DE FATIMA (SAN ANTONIO PARADERO BOSQUE HACIA ARRIBA)<br>CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN |
| Instrumento de medición | TAMIZ N° 16  |
| Identificación          | NO INDICA  |
| Marca                   | ELE INTERNATIONAL  |
| Modelo                  | NO INDICA  |
| Serie                   | 11224832   |
| Diámetro                | 8"   |
| Estructura              | ACERO  |
| Procedencia             | ESTADOS UNIDOS   |

Ubicación Laboratorio de suelos  
Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C

Fecha de calibración 2023/04/20

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arellano Carrica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



Patrones e instrumentos auxiliares

| Trazabilidad             | Patrón Utilizado                           | Certificado de Calibración |
|--------------------------|--|----------------------------|
| DSI PERU AUTOMATION EIRL | Plie de Rey digital<br>de 300 mm a 0.01 mm | L-0048-2022                |
| INACAL                   | Microscopio<br>de 0.5 mm a 1 um            | LLA - 438 - 2022           |

Condiciones ambientales durante la calibración

|                       |                 |               |
|-----------------------|-----------------|---------------|
| Temperatura Ambiental | Inicial: 24 °C  | Final: 24 °C  |
| Humedad Relativa      | Inicial: 76 %hr | Final: 76 %hr |

Resultados

| MEDIDAS TOMADAS |      |      |      |      |      |      | PROMEDIO | ESTANDAR | ERROR | DESVIACION<br>ESTANDAR |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|----------|----------|-------|------------------------|
| mm              |      |      |      |      |      |      |          |          |       |                        |
| 1.18            | 1.17 | 1.19 | 1.15 | 1.15 | 1.16 | 1.17 | 1.17     | 1.18     | -0.01 | 0.255                  |
| 1.19            | 1.18 | 1.18 | 1.16 | 1.15 | 1.16 | 1.18 |          |          |       |                        |
| 1.15            | 1.16 | 1.16 | 1.12 | 1.17 | 1.17 |      |          |          |       |                        |

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrico  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Fecha de emisión        | 2023/04/20   |
| Solicitante             | ASCONSU E.I.R.L.   |
| Dirección               | MZA. H LOTE. 1 APV PARAISO DE FATIMA (SAN ANTONIO PARADERO BOSQUE HACIA ARRIBA)<br>CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN |
| Instrumento de medición | TAMIZ N° 200   |
| Identificación          | NO INDICA  |
| Marca                   | ELE INTERNATIONAL  |
| Modelo                  | NO INDICA  |
| Serie                   | 11235166   |
| Dímetro                 | 8"   |
| Estructura              | ACERO  |
| Procedencia             | ESTADOS UNIDOS   |
| Ubicación               | Laboratorio de suelos  |
| Lugar de calibración    | Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.  |
| Fecha de calibración    | 2023/04/20   |

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

*Ing. Luis Arevalo Carnica*  
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad             | Patrón Utilizado                          | Certificado de Calibración |
|--------------------------|---|----------------------------|
| DSI PERU AUTOMATION EIRL | Pie de Rey digital<br>de 300 mm a 0.01 mm | L-0048-2022                |
| INACAL                   | Microscopio<br>de 0.5 mm a 1 $\mu$ m      | LLA - 438 - 2022           |

Condiciones ambientales durante la calibración

|                       |                 |               |
|-----------------------|-----------------|---------------|
| Temperatura Ambiental | Inicial: 24 °C  | Final: 24 °C  |
| Humedad Relativa      | Inicial: 76 %hr | Final: 76 %hr |

Resultados

| MEDIDAS TOMADAS |    |    |    |    |    |    | PROMEDIO | ESTANDAR | ERROR   | DESVIACION ESTANDAR |
|-----------------|----|----|----|----|----|----|----------|----------|---------|---------------------|
| $\mu$ m         |    |    |    |    |    |    | $\mu$ m  | $\mu$ m  | $\mu$ m | $\mu$ m             |
| 74              | 73 | 74 | 72 | 76 | 80 | 80 | 74.33    | 75.00    | -0.67   | 2.287               |
| 73              | 71 | 76 | 75 | 75 | 73 | 72 |          |          |         |                     |
| 72              | 75 | 76 | 77 | 75 | 76 | 75 |          |          |         |                     |
| 74              | 72 | 73 | 74 | 75 | 78 | 77 |          |          |         |                     |
| 70              | 72 | 72 | 74 | 72 | 71 | 72 |          |          |         |                     |
| 72              | 74 | 76 | 73 | 74 | 78 | 77 |          |          |         |                     |
| 76              | 75 | 75 | 76 | 77 | 74 | 75 |          |          |         |                     |
| 72              | 74 | 76 | 73 | 75 | 71 | 73 |          |          |         |                     |
| 75              | 75 | 76 | 74 | 72 | 78 | 74 |          |          |         |                     |
| 73              | 75 | 74 | 72 | 76 | 74 | 78 |          |          |         |                     |
| 75              | 76 | 78 | 74 | 76 | 75 | 77 |          |          |         |                     |
| 71              | 75 | 74 | 76 | 72 | 77 | 76 |          |          |         |                     |
| 72              | 74 | 76 | 75 | 74 | 75 | 73 |          |          |         |                     |
| 72              | 72 | 73 | 71 | 71 | 72 | 74 |          |          |         |                     |

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

*[Signature]*  
Ing. Hugo Luis Aravalo Carnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| Fecha de emisión                  | 2023/04/20   |
| Solicitante                       | ASCONSU E.I.R.L.   |
| Dirección                         | MZA. H LOTE. 1 APV PARAISO DE FATIMA (SAN ANTONIO PARADERO BOSQUE HACIA ARRIBA)<br>CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN |
| Instrumento de medición           | TAMIZ Nº 100   |
| Identificación                    | NO INDICA  |
| Marca                             | ELE INTERNATIONAL  |
| Modelo                            | NO INDICA  |
| Serie                             | 11214770   |
| Dímetro                           | 8"   |
| Estructura                        | ACERO  |
| Procedencia                       | ESTADOS UNIDOS   |
| Ubicación<br>Lugar de calibración | Laboratorio de suelos<br>Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.   |
| Fecha de calibración              | 2023/04/20   |

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arceño Carnica  
METROLOGIA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad             | Patrón Utilizado                          | Certificado de Calibración |
|--------------------------|---|----------------------------|
| DSI PERU AUTOMATION EIRL | Pie de Rey digital<br>de 300 mm a 0.01 mm | L-0048-2022                |
| INACAL                   | Microscopio<br>de 0.5 mm a 1 $\mu$ m      | LLA - 438 - 2022           |

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental      Inicial: 24 °C      Final: 24 °C  
Humedad Relativa          Inicial: 76 %hr      Final: 76 %hr

Resultados

| MEDIDAS TOMADAS |     |     |     |     |     |     | PROMEDIO | ESTANDAR | ERROR   | DESVIACION ESTANDAR |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|----------|---------|---------------------|
| $\mu$ m         |     |     |     |     |     |     | $\mu$ m  | $\mu$ m  | $\mu$ m | $\mu$ m             |
| 152             | 152 | 150 | 150 | 149 | 149 | 153 | 151.08   | 150.00   | 1.08    | 2.433               |
| 151             | 150 | 150 | 149 | 149 | 149 | 147 |          |          |         |                     |
| 147             | 145 | 151 | 152 | 150 | 148 | 146 |          |          |         |                     |
| 153             | 154 | 155 | 153 | 151 | 150 | 147 |          |          |         |                     |
| 147             | 145 | 146 | 153 | 154 | 152 | 151 |          |          |         |                     |
| 149             | 153 | 151 | 149 | 153 | 152 | 150 |          |          |         |                     |
| 153             | 154 | 153 | 154 | 155 | 149 | 155 |          |          |         |                     |
| 153             | 154 | 152 | 151 | 152 | 152 | 148 |          |          |         |                     |
| 147             | 148 | 151 | 148 | 152 | 151 | 149 |          |          |         |                     |
| 156             | 147 | 149 | 153 | 155 | 154 | 152 |          |          |         |                     |
| 157             | 153 | 154 | 157 | 156 | 154 | 154 |          |          |         |                     |
| 152             | 152 | 148 | 146 | 151 | 149 | 152 |          |          |         |                     |
| 155             | 153 | 151 | 143 | 148 | 151 | 153 |          |          |         |                     |
| 151             | 154 | 154 | 151 | 151 | 152 | 150 |          |          |         |                     |

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Esteban Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



|                         |   |
|-------------------------|---|
| Fecha de emisión        | 2023/04/20  |
| Solicitante             | ASCONSU E.I.R.L.  |
| Dirección               | MZA. H LOTE. 1 APV PARAISO DE FATIMA<br>(SAN ANTONIO PARADERO BOSQUE HACIA<br>ARRIBA) CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN |
| Instrumento de medición | TAMIZ N° 50   |
| Identificación          | NO INDICA   |
| Marca                   | ELE INTERNATIONAL   |
| Modelo                  | NO INDICA   |
| Serie                   | 10509354  |
| Diámetro                | 8"  |
| Estructura              | ACERO   |
| Procedencia             | ESTADOS UNIDOS  |
| Ubicación               | Laboratorio de suelos   |
| Lugar de calibración    | Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.   |
| Fecha de calibración    | 2023/04/20  |

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Aravalo Camico  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad             | Patrón Utilizado                       | Certificado de Calibración |
|--------------------------|--|----------------------------|
| DSI PERU AUTOMATION EIRL | Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm | L-0048-2022                |
| INACAL                   | Microscopio de 0.5 mm a 1 um           | LLA - 438 - 2022           |

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental      Inicial: 24 °C      Final: 24 °C  
Humedad Relativa          Inicial: 76 %hr      Final: 76 %hr

Resultados

| MEDIDAS TOMADAS |     |     |     |     |     |     | PROMEDIO | ESTANDAR | ERROR | DESVIACION ESTANDAR |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|----------|-------|---------------------|
| μm              |     |     |     |     |     |     | μm       | μm       | μm    | μm                  |
| 301             | 301 | 304 | 301 | 301 | 297 | 290 | 303.41   | 300.00   | 3.41  | 6.207               |
| 309             | 298 | 297 | 297 | 298 | 301 | 291 |          |          |       |                     |
| 306             | 288 | 312 | 294 | 296 | 293 | 304 |          |          |       |                     |
| 288             | 291 | 293 | 291 | 292 | 294 | 293 |          |          |       |                     |
| 307             | 308 | 305 | 312 | 310 | 316 | 498 |          |          |       |                     |
| 304             | 303 | 312 | 311 | 313 | 306 | 308 |          |          |       |                     |
| 300             | 291 | 291 | 307 | 293 | 294 | 304 |          |          |       |                     |
| 287             | 291 | 301 | 307 | 297 | 284 | 309 |          |          |       |                     |
|                 |     |     |     |     |     |     |          |          |       |                     |

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica  
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Fecha de emisión        | 2023/04/20   |
| Solicitante             | ASCONSU E.I.R.L.   |
| Dirección               | MZA. H LOTE. 1 APV PARAISO DE FATIMA (SAN ANTONIO PARADERO BOSQUE HACIA ARRIBA)<br>CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN |
| Instrumento de medición | TAMIZ Nº 40  |
| Identificación          | NO INDICA  |
| Marca                   | ELE INTERNATIONAL  |
| Modelo                  | NO INDICA  |
| Serie                   | 11205220   |
| Diámetro                | 8"   |
| Estructura              | ACERO  |
| Procedencia             | ESTADOS UNIDOS   |
| Ubicación               | Laboratorio de suelos  |
| Lugar de calibración    | Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.  |
| Fecha de calibración    | 2023/04/20   |

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este Instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Humberto Arce Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad             | Patrón Utilizado                          | Certificado de Calibración |
|--------------------------|---|----------------------------|
| DSI PERU AUTOMATION EIRL | Pie de Rey digital<br>de 300 mm a 0.01 mm | L-0048-2022                |
| INACAL                   | Microscopio<br>de 0.5 mm a 1 um           | LLA - 438 - 2022           |

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental      Inicial: 24 °C      Final: 24 °C  
Humedad Relativa          Inicial: 76 %hr      Final: 76 %hr

Resultados

| MEDIDAS TOMADAS |     |     |     |     |     |     | PROMEDIO | ESTANDAR | ERROR | DESVIACION ESTANDAR |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|----------|-------|---------------------|
| μm              |     |     |     |     |     |     | μm       | μm       | μm    | μm                  |
| 436             | 441 | 436 | 435 | 438 | 442 | 436 | 431.70   | 425.00   | 6.70  | 3.826               |
| 433             | 431 | 429 | 428 | 433 | 431 | 434 |          |          |       |                     |
| 436             | 428 | 427 | 431 | 432 | 432 | 431 |          |          |       |                     |
| 428             | 428 | 433 | 431 | 435 | 431 | 431 |          |          |       |                     |
| 427             | 428 | 428 | 429 | 433 | 430 | 432 |          |          |       |                     |
| 432             | 433 | 432 | 430 | 436 | 432 | 430 |          |          |       |                     |
| 429             | 428 | 428 | 429 | 433 | 432 | 433 |          |          |       |                     |
| 432             | 432 | 431 | 431 | 429 | 429 | 430 |          |          |       |                     |
|                 |     |     |     |     |     |     |          |          |       |                     |

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. [\*] Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Araya Carnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Fecha de emisión        | 2023/04/20   |
| Solicitante             | ASCONSU E.I.R.L.   |
| Dirección               | MZA. H LOTE. 1 APV PARAISO DE FATIMA (SAN ANTONIO PARADERO BOSQUE HACIA ARRIBA)<br>CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN |
| Instrumento de medición | TAMIZ N° 30  |
| Identificación          | NO INDICA  |
| Marca                   | ELE INTERNATIONAL  |
| Modelo                  | NO INDICA  |
| Serie                   | 11214713   |
| Diámetro                | 8"   |
| Estructura              | ACERO  |
| Procedencia             | ESTADOS UNIDOS   |
| Ubicación               | Laboratorio de suelos  |
| Lugar de calibración    | Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.  |
| Fecha de calibración    | 2023/04/20   |

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
METROLOGIA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad             | Patrón Utilizado                          | Certificado de Calibración |
|--------------------------|---|----------------------------|
| DSI PERU AUTOMATION EIRL | Pie de Rey digital<br>de 300 mm a 0.01 mm | L-0048-2022                |
| INACAL                   | Microscopio<br>de 0.5 mm a 1 $\mu$ m      | LLA - 438 - 2022           |

Condiciones ambientales durante la calibración

|                       |                 |               |
|-----------------------|-----------------|---------------|
| Temperatura Ambiental | Inicial: 24 °C  | Final: 24 °C  |
| Humedad Relativa      | Inicial: 76 %hr | Final: 76 %hr |

Resultados

| MEDIDAS TOMADAS |     |     |     |     |     |     | PROMEDIO | ESTANDAR | ERROR   | DESVIACION ESTANDAR |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|----------|---------|---------------------|
| $\mu$ m         |     |     |     |     |     |     | $\mu$ m  | $\mu$ m  | $\mu$ m | $\mu$ m             |
| 582             | 613 | 622 | 579 | 576 | 589 | 593 | 602.70   | 600.00   | 2.70    | 22.891              |
| 615             | 619 | 695 | 615 | 612 | 596 | 593 |          |          |         |                     |
| 581             | 587 | 583 | 582 | 582 | 610 | 603 |          |          |         |                     |
| 596             | 597 | 598 | 596 | 597 | 597 | 618 |          |          |         |                     |
| 614             | 612 | 605 | 608 | 596 | 597 | 596 |          |          |         |                     |
| 611             | 615 | 612 | 598 | 597 | 594 | 596 |          |          |         |                     |
| 596             | 597 | 599 | 596 | 598 | 586 | 612 |          |          |         |                     |
| 614             | 612 | 615 | 588 | 621 | 618 | 622 |          |          |         |                     |
|                 |     |     |     |     |     |     |          |          |         |                     |

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Camica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



|                         |   |
|-------------------------|---|
| Fecha de emisión        | 2023/04/20  |
| Solicitante             | ASCONSU E.I.R.L.  |
| Dirección               | MZA. H LOTE. 1 APV PARAISO DE FATIMA (SAN ANTONIO PARADERO BOSQUE HACIA ARRIBA) CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN |
| Instrumento de medición | TAMIZ N° 16   |
| Identificación          | NO INDICA   |
| Marca                   | ELE INTERNATIONAL   |
| Modelo                  | NO INDICA   |
| Serie                   | 11224832  |
| Diámetro                | 8"  |
| Estructura              | ACERO   |
| Procedencia             | ESTADOS UNIDOS  |
| Ubicación               | Laboratorio de suelos   |
| Lugar de calibración    | Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C  |
| Fecha de calibración    | 2023/04/20  |

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad             | Patrón Utilizado                          | Certificado de Calibración |
|--------------------------|---|----------------------------|
| DSI PERU AUTOMATION EIRL | Pie de Rey digital<br>de 300 mm a 0.01 mm | L-0048-2022                |
| INACAL                   | Microscopio<br>de 0.5 mm a 1 um           | LLA - 438 - 202            |

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental    Inicial: 24 °C                      Final: 24 °C  
Humedad Relativa            Inicial: 76 %hr                      Final: 76 %hr

Resultados

| MEDIDAS TOMADAS |      |      |      |      |      |      | PROMEDIO | ESTANDAR | ERROR | DESVIACION<br>ESTANDAR |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|----------|----------|-------|------------------------|
| mm              |      |      |      |      |      |      |          |          |       |                        |
| 1.19            | 1.21 | 1.20 | 1.21 | 1.18 | 1.16 | 1.17 | 1.17     | 1.18     | -0.01 | 0.257                  |
| 1.19            | 1.18 | 1.18 | 1.16 | 1.15 | 1.16 | 1.18 |          |          |       |                        |
| 1.15            | 1.16 | 1.16 | 1.12 | 1.17 | 1.17 |      |          |          |       |                        |

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/04/20  
Solicitante ASCONSU E.I.R.L.  
Dirección MZA. H LOTE. 1 APV PARAISO DE FATIMA (SAN ANTONIO PARADERO BOSQUE HACIA ARRIBA) CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN

**Instrumento de medición TAMIZ N° 10**

Identificación NO INDICA  
Marca ELE INTERNATIONAL  
Modelo NO INDICA  
Serie 11224822  
Diámetro 8"  
Estructura ACERO  
Procedencia ESTADOS UNIDOS

Ubicación Laboratorio de suelos  
Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2023/04/20

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pile de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Augusto Arcevallo Carniel  
O.G.I.A.

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad             | Patrón Utilizado                       | Certificado de Calibración |
|--------------------------|--|----------------------------|
| DSI PERU AUTOMATION EIRL | Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm | L-0048-2022                |
| INACAL                   | Microscopio de 0.5 mm a 1 um           | LLA - 438 - 2022           |

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 76 %hr Final: 76 %hr

Resultados

| MEDIDAS TOMADAS |      |      |      |      |      |      | PROMEDIO | ESTANDAR | ERROR | DESVIACION ESTANDAR |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|----------|----------|-------|---------------------|
| mm              |      |      |      |      |      |      | mm       | mm       | mm    | mm                  |
| 1.98            | 1.99 | 1.99 | 2.02 | 2.01 | 2.02 | 2.02 | 2.01     | 2.00     | 0.01  | 0.030               |
| 1.99            | 2.01 | 2.02 | 2.01 | 2.03 | 2.03 | 2.04 |          |          |       |                     |
| 2.08            | 1.95 | 1.95 | 2.02 | 2.02 | 1.99 |      |          |          |       |                     |
|                 |      |      |      |      |      |      |          |          |       |                     |

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. [\*] Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.  
Luis Arevalo Camica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Fecha de emisión        | 2023/04/20  |
| Solicitante             | ASCONSU E.I.R.L.  |
| Dirección               | MZA. H LOTE. 1 APV PARAISO DE FATIMA (SAN ANTONIO PARADERO BOSQUE HACIA ARRIBA) CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN |
| Instrumento de medición | TAMIZ N° 8  |
| Identificación          | NO INDICA   |
| Marca                   | ELE INTERNATIONAL   |
| Modelo                  | NO INDICA   |
| Serie                   | 11235157  |
| Diámetro                | 8"  |
| Estructura              | ACERO   |
| Procedencia             | ESTADOS UNIDOS  |
| Ubicación               | Laboratorio de suelos   |
| Lugar de calibración    | Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.   |
| Fecha de calibración    | 2023/04/20  |

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arzulo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



Patrones e instrumentos auxiliares

| Trazabilidad             | Patrón Utilizado                       | Certificado de Calibración |
|--------------------------|--|----------------------------|
| DSI PERU AUTOMATION EIRL | Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm | L-0048-2022                |
| INACAL                   | Microscopio de 0.5 mm a 1 um           | LLA - 438 - 2022           |

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C  
Humedad Relativa Inicial: 76 %hr Final: 76 %hr

Resultados

| MEDIDAS TOMADAS |      |      |      |      |      |      | PROMEDIO | ESTANDAR | ERROR | DESVIACION ESTANDAR |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|----------|----------|-------|---------------------|
| mm              |      |      |      |      |      |      | mm       | mm       | mm    | mm                  |
| 2.31            | 2.35 | 2.34 | 2.33 | 2.37 | 2.37 | 2.35 | 2.36     | 2.36     | 0.00  | 0.043               |
| 2.30            | 2.30 | 2.33 | 2.31 | 2.33 | 2.41 | 2.41 |          |          |       |                     |
| 2.43            | 2.41 | 2.31 | 2.36 | 2.39 | 2.42 | 2.42 |          |          |       |                     |

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Curs-Arriola Carrico  
METROLOGÍA



**Arso Group**

Laboratorio de Metrología

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Fecha de emisión        | 2023/04/20   |
| Solicitante             | ASCONSU E.I.R.L.   |
| Dirección               | MZA. H LOTE. 1 APV PARAISO DE FATIMA (SAN ANTONIO PARADERO BOSQUE HACIA ARRIBA)<br>CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN |
| Instrumento de medición | TAMIZ N° 4   |
| Identificación          | NO INDICA  |
| Marca                   | ELE INTERNATIONAL  |
| Modelo                  | NO INDICA  |
| Serie                   | 11214611   |
| Diámetro                | 8"   |
| Estructura              | ACERO  |
| Procedencia             | ESTADOS UNIDOS   |
| Ubicación               | Laboratorio de suelos  |
| Lugar de calibración    | Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.  |
| Fecha de calibración    | 2023/04/20   |

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arvalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Vía. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad             | Patrón Utilizado                          | Certificado de Calibración |
|--------------------------|---|----------------------------|
| DSI PERU AUTOMATION EIRL | Pie de Rey digital<br>de 300 mm a 0.01 mm | L-004B-2022                |
| INACAL                   | Microscopio<br>de 0.5 mm a 1 um           | LLA - 438 - 2022           |

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental    Inicial: 24 °C    Final: 24 °C  
Humedad Relativa        Inicial: 76 %hr    Final: 76 %hr

Resultados

| MEDIDAS TOMADAS |      |      |      |      |      |      | PROMEDIO | ESTANDAR | ERROR | DESVIACION ESTANDAR |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|----------|----------|-------|---------------------|
| mm              |      |      |      |      |      |      | mm       | mm       | mm    | mm                  |
| 4.69            | 4.71 | 4.69 | 4.73 | 4.72 | 4.74 | 4.79 | 4.76     | 4.75     | 0.01  | 1.066               |
| 4.82            | 4.83 | 4.76 | 4.77 | 4.79 | 4.78 | 4.77 |          |          |       |                     |
| 4.79            | 4.86 | 4.87 | 4.68 | 4.67 | 4.72 |      |          |          |       |                     |

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALBRADO"



ARSOU GROUP  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Fecha de emisión</b>        | 2023/04/20  |
| <b>Solicitante</b>             | ASCONSU E.I.R.L.  |
| <b>Dirección</b>               | MZA. H LOTE. 1 APV PARAISO DE FATIMA<br>(SAN ANTONIO PARADERO BOSQUE HACIA<br>ARRIBA) CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN |
| <b>Instrumento de medición</b> | TAMIZ 3/8"  |
| <b>Identificación</b>          | NO INDICA   |
| <b>Marca</b>                   | ELE INTERNATIONAL   |
| <b>Modelo</b>                  | NO INDICA   |
| <b>Serie</b>                   | 11195081  |
| <b>Diámetro</b>                | 8"  |
| <b>Estructura</b>              | ACERO   |
| <b>Procedencia</b>             | ESTADOS UNIDOS  |
| <b>Ubicación</b>               | Laboratorio de suelos   |
| <b>Lugar de calibración</b>    | Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.   |
| <b>Fecha de calibración</b>    | 2023/04/20  |

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Ylv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad             | Patrón Utilizado                          | Certificado de Calibración |
|--------------------------|---|----------------------------|
| DSI PERU AUTOMATION EIRL | Pie de Rey digital<br>de 300 mm a 0.01 mm | L-0048-2022                |
| INACAL                   | Microscopio<br>de 0.5 mm a 1 um           | LLA - 438 - 2022           |

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental    Inicial: 24 °C    Final: 24 °C  
Humedad Relativa        Inicial: 76 %hr    Final: 76 %hr

Resultados

| MEDIDAS TOMADAS |      |      |      |      |      | PROMEDIO | ESTANDAR | ERROR | DESVIACION<br>ESTANDAR |
|-----------------|------|------|------|------|------|----------|----------|-------|------------------------|
| μm              |      |      |      |      |      | μm       | μm       | μm    | μm                     |
| 9.44            | 9.39 | 9.41 | 9.44 | 9.42 | 9.41 | 9.41     |          |       |                        |
| 9.39            | 9.42 | 9.42 | 9.43 | 9.47 | 9.35 | 9.44     |          |       |                        |
| 9.68            | 9.62 | 9.58 | 9.56 | 9.43 | 9.51 |          |          |       |                        |
|                 |      |      |      |      |      | 9.46     | 9.50     | -0.04 | 2.066                  |

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. *[Signature]* Alexis Arevalo Cornejo  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



## Arsou Group

Laboratorio de Metrología

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Fecha de emisión        | 2023/04/20   |
| Solicitante             | ASCONSU E.I.R.L.   |
| Dirección               | MZA. H LOTE. 1 APV PARAISO DE FATIMA (SAN ANTONIO PARADERO BOSQUE HACIA ARRIBA)<br>CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN |
| Instrumento de medición | TAMIZ 1/2"   |
| Identificación          | NO INDICA  |
| Marca                   | ELE INTERNATIONAL  |
| Modelo                  | NO INDICA  |
| Serie                   | 11204520   |
| Diámetro                | 8"   |
| Estructura              | ACERO  |
| Procedencia             | ESTADOS UNIDOS   |
| Ubicación               | Laboratorio de suelos  |
| Lugar de calibración    | Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.  |
| Fecha de calibración    | 2023/04/20   |

### Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arias Carnicé  
METROLOGÍA

### ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Yiv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porras, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad             | Patrón Utilizado                       | Certificado de Calibración |
|--------------------------|--|----------------------------|
| DSI PERU AUTOMATION EIRL | Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm | L-0048-2022                |
| INACAL                   | Microscopio de 0.5 mm a 1 um           | LLA - 438 - 2022           |

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C

Humedad Relativa Inicial: 76 %hr Final: 76 %hr

Resultados

| MEDIDAS TOMADAS |       |       |       |       |       |       | PROMEDIO | ESTANDAR | ERROR | DESVIACION ESTANDAR |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|-------|---------------------|
| µm              |       |       |       |       |       |       | µm       | µm       | µm    | µm                  |
| 12.26           | 12.31 | 12.28 | 12.27 | 12.33 | 12.26 | 12.22 | 12.39    | 12.50    | -0.11 | 0.125               |
| 12.47           | 12.58 | 12.54 | 12.61 | 12.37 | 12.51 | 12.44 |          |          |       |                     |
| 12.21           | 12.33 | 12.44 | 12.52 | 12.41 | 12.49 |       |          |          |       |                     |

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arivolo Camica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



## Arsou Group

### Laboratorio de Metrología

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Fecha de emisión        | 2023/04/20   |
| Solicitante             | ASCONSU E.I.R.L.   |
| Dirección               | MZA. H LOTE. 1 APV PARAISO DE FATIMA (SAN ANTONIO PARADERO BOSQUE HACIA ARRIBA)<br>CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN |
| Instrumento de medición | TAMIZ 3/4"   |
| Identificación          | NO INDICA  |
| Marca                   | ELE INTERNATIONAL  |
| Modelo                  | NO INDICA  |
| Serie                   | 11214563   |
| Diámetro                | 8"   |
| Estructura              | ACERO  |
| Procedencia             | ESTADOS UNIDOS   |
| Ubicación               | Laboratorio de suelos  |
| Lugar de calibración    | Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.  |

Fecha de calibración 2023/04/20

#### Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Adivalo Carnica  
METROLOGÍA

#### ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



## Arsou Group

Laboratorio de Metrología  
Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad             | Patrón Utilizado                | Certificado de Calibración |
|--------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| DSI PERU AUTOMATION EIRL | Pie de Rey digital              | L-0048-2022                |
| INACAL                   | Microscopio<br>de 0.5 mm a 1 um | LLA - 438 - 2022           |

### Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental    Inicial: 24 °C    Final: 24 °C  
Humedad Relativa        Inicial: 76 %hr    Final: 76 %hr

### Resultados

| MEDIDAS TOMADAS |       |       |       |       |       |       | PROMEDIO | ESTANDAR | ERROR | DESVIACION<br>ESTANDAR |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|-------|------------------------|
| mm              |       |       |       |       |       |       | mm       | mm       | mm    | mm                     |
| 19.12           | 18.49 | 18.95 | 18.87 | 19.03 | 19.11 | 19.17 | 19.07    | 19.00    | 0.07  | 0.219                  |
| 19.18           | 19.20 | 19.36 | 19.33 | 19.12 | 19.09 | 19.14 |          |          |       |                        |
| 19.09           | 18.96 | 18.57 | 19.23 | 19.21 | 19.18 |       |          |          |       |                        |

### Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



### ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
METROLOGIA



**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/04/20

Solicitante **ASCONSU E.I.R.L.**

Dirección MZA, H LOTE, 1 APV PARAISO DE FATIMA (SAN ANTONIO PARADERO BOSQUE HACIA ARRIBA) CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN

Instrumento de medición **TAMIZ 1"**

Identificación NO INDICA

Marca ELE INTERNATIONAL

Modelo NO INDICA

Serie 11214541

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2023/04/20

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Humberto Arroyave Cármon  
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad             | Patrón Utilizado                          | Certificado de Calibración |
|--------------------------|---|----------------------------|
| DSI PERU AUTOMATION EIRL | Pie de Rey digital<br>de 300 mm a 0.01 mm | L-0048-2022                |
| INACAL                   | Microscopio<br>de 0.5 mm a 1 um           | LLA - 438 - 2022           |

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 22 °C Final: 22 °C  
Humedad Relativa Inicial: 77 %hr Final: 77 %hr

Resultados

| MEDIDAS TOMADAS |       |       |       |       |       |       | PROMEDIO | ESTANDAR | ERROR | DESVIACION ESTANDAR |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|-------|---------------------|
| µm              |       |       |       |       |       |       | µm       | µm       | µm    | µm                  |
| 25.71           | 25.66 | 25.45 | 25.51 | 25.54 | 25.48 | 25.33 | 25.46    | 25.00    | 0.46  | 0.114               |
| 25.49           | 25.52 | 25.21 | 25.46 | 25.43 | 25.39 | 25.39 |          |          |       |                     |
| 25.46           | 25.61 | 25.38 | 25.38 | 25.46 | 25.39 |       |          |          |       |                     |

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hérold Luis Arevalo Carrica  
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Fecha de emisión</b>                    | 2023/04/20   | <p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.</p> <p>ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.</p> <p>Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.</p>   |
| <b>Solicitante</b>                         | ASCONSU E.I.R.L.   |  |
| <b>Dirección</b>                           | MZA. H LOTE. 1 APV PARAISO DE FATIMA (SAN ANTONIO PARADERO BOSQUE HACIA ARRIBA)<br>CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN   |  |
| <b>Instrumento de medición</b>             | TAMIZ 1 1/2"   |  |
| <b>Identificación</b>                      | NO INDICA  |  |
| <b>Marca</b>                               | ELE INTERNATIONAL  |  |
| <b>Modelo</b>                              | NO INDICA  |  |
| <b>Serie</b>                               | 11214529   |  |
| <b>Diámetro</b>                            | 8"   |  |
| <b>Estructura</b>                          | ACERO  |  |
| <b>Procedencia</b>                         | ESTADOS UNIDOS   |  |
| <b>Ubicación</b>                           | Laboratorio de suelos  |  |
| <b>Lugar de calibración</b>                | Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.  |  |
| <b>Fecha de calibración</b>                | 2023/04/20   |  |
| <b>Método/Procedimiento de calibración</b> | La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11. |  |

ARSOU GROUP S.A.C.  
  
Ing. Hugo Luis Alvarez Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad             | Patrón Utilizado                       | Certificado de Calibración |
|--------------------------|--|----------------------------|
| DSI PERU AUTOMATION EIRL | Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm | L-0048-2022                |
| INACAL                   | Microscopio de 0.5 mm a 1 um           | LLA - 438 - 2022           |

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental    Inicial: 24 °C    Final: 24 °C  
Humedad Relativa        Inicial: 76 %hr    Final: 76 %hr

Resultados

| MEDIDAS TOMADAS |       |       |       |       |       |       | PROMEDIO | ESTANDAR | ERROR | DESVIACION ESTANDAR |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|-------|---------------------|
| mm              |       |       |       |       |       |       | mm       | mm       | mm    | mm                  |
| 37.06           | 37.42 | 36.81 | 36.89 | 37.16 | 37.22 | 37.51 | 37.48    | 37.50    | -0.02 | 0.487               |
| 37.26           | 37.16 | 37.86 | 37.94 | 37.42 | 37.36 | 37.61 |          |          |       |                     |
| 37.66           | 37.82 | 37.45 | 38.96 |       |       |       |          |          |       |                     |
|                 |       |       |       |       |       |       |          |          |       |                     |

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

*Hugo Luis Arévalo Carnica*  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Fecha de emisión                 | 2023/04/20   |
| Solicitante                      | ASCONSU E.I.R.L.   |
| Dirección                        | MZA. H LOTE. 1 APV PARAISO DE FATIMA (SAN ANTONIO PARADERO BOSQUE HACIA ARRIBA)<br>CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN |
| Instrumento de medición          | BALANZA  |
| Identificación                   | NO INDICA  |
| Intervalo de indicación          | 4000 g   |
| División de escala<br>Resolución | 0,1 g  |
| División de verificación<br>(e)  | 0,1 g  |
| Tipo de indicación               | DIGITAL  |
| Marca / Fabricante               | TORREY   |
| Modelo                           | EQ-4HP   |
| N° de serie                      | G03-00927  |
| Procedencia                      | NO INDICA  |
| Ubicación                        | LABORATORIO DE SUELOS  |
| Lugar de calibración             | Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.  |
| Fecha de calibración             | 2023/04/20   |

**Método/Procedimiento de calibración**

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metroológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. *[Signature]* Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vía Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 901-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad        | Patrón Utilizado            | Certificado de Calibración |
|---------------------|-----------------------------|----------------------------|
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Juego de Pesas de 1mg a 1kg | 1226-MPES-C-2022           |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Juego de Pesas de 1g a 1kg  | 1227-MPES-C-2022           |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa Patrón de 5kg          | 1228-MPES-C-2022           |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa Patrón de 10 kg        | 1229-MPES-C-2022           |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa Patrón de 20kg         | 1230-MPES-C-2022           |

Condiciones ambientales durante la calibración

|                       |                 |               |
|-----------------------|-----------------|---------------|
| Temperatura Ambiental | Inicial: 24 °C  | Final: 24 °C  |
| Humedad Relativa      | Inicial: 76 %hr | Final: 76 %hr |

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Medición N° | Carga L1= 2000 g |        |       | Carga L1= 4000 g |        |       |
|-------------|------------------|--------|-------|------------------|--------|-------|
|             | I (g)            | ΔL (g) | E (g) | I (g)            | ΔL (g) | E (g) |
| 1           | 1999.9           | 0.01   | -0.01 | 4000.1           | 0.05   | -0.02 |
| 2           | 1999.9           | 0.02   | -0.04 | 4000.0           | 0.04   | -0.04 |
| 3           | 2000.0           | 0.04   | -0.05 | 4000.0           | 0.06   | -0.04 |
| 4           | 1999.9           | 0.03   | -0.07 | 3999.9           | 0.03   | -0.09 |
| 5           | 1999.9           | 0.03   | -0.09 | 4000.1           | 0.05   | -0.02 |
| 6           | 2000.0           | 0.04   | -0.01 | 4000.0           | 0.07   | -0.04 |
| 7           | 2000.0           | 0.04   | -0.04 | 4000.0           | 0.03   | -0.01 |
| 8           | 2000.0           | 0.07   | -0.08 | 4000.0           | 0.05   | -0.09 |
| 9           | 1999.9           | 0.06   | -0.04 | 4000.1           | 0.04   | -0.07 |
| 10          | 1999.9           | 0.05   | -0.03 | 4000.1           | 0.04   | -0.08 |

| Carga (g) | Diferencia Máxima Encontrada (g) | Error Máximo Permitido (g) |
|-----------|----------------------------------|----------------------------|
| 2000      | 2000.00                          | 0.5                        |
| 4000.1    | 4000.10                          | 1                          |



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arévalo Camica  
METROLOGÍA



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

| Posición de la Carga | Determinación de E <sub>0</sub> |        |        |                    | Determinación de E <sub>0</sub> |        |        |       |                    |
|----------------------|---------------------------------|--------|--------|--------------------|---------------------------------|--------|--------|-------|--------------------|
|                      | Carga Min <sup>(1)</sup> (g)    | I (kg) | ΔL (g) | E <sub>0</sub> (g) | Carga L (g)                     | I (kg) | ΔL (g) | E (g) | E <sub>c</sub> (g) |
| 1                    | 5                               | 5      | 0.04   | -0.01              | 100                             | 100    | 0.05   | -0.01 | 0.01               |
| 2                    |                                 | 5      | 0.06   | -0.02              |                                 | 100    | 0.03   | -0.01 | 0.04               |
| 3                    |                                 | 5      | 0.05   | 0.01               |                                 | 100    | 0.01   | -0.02 | 0.05               |
| 4                    |                                 | 5      | 0.01   | 0.02               |                                 | 100    | 0.03   | 0.03  | 0.01               |
| 5                    |                                 | 5      | 0.03   | -0.01              |                                 | 100    | 0.05   | 0.02  | 0.03               |

<sup>(1)</sup> Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

| Carga L (g) | Crecientes |        |       |                    | Decrecientes |        |       |                    | EMP <sup>(2)</sup> (±g) |
|-------------|------------|--------|-------|--------------------|--------------|--------|-------|--------------------|-------------------------|
|             | I (g)      | ΔL (g) | E (g) | E <sub>c</sub> (g) | I (g)        | ΔL (g) | E (g) | E <sub>c</sub> (g) |                         |
| 0.5         | 0.5        | 0.01   | -0.01 |                    |              |        |       |                    | 0.5                     |
| 1.0         | 1.0        | 0.06   | 0.04  | 0.04               | 0.5          | 0.06   | 0.01  | 0.04               | 0.5                     |
| 5.0         | 5.0        | 0.01   | -0.05 | 0.03               | 1.0          | 0.05   | 0.01  | -0.03              | 0.5                     |
| 10.0        | 10.0       | 0.01   | 0.04  | 0.05               | 10.0         | 0.09   | 0.03  | -0.03              | 0.5                     |
| 50.0        | 50.0       | 0.09   | 0.04  | 0.08               | 50.0         | 0.05   | 0.04  | 0.01               | 0.5                     |
| 100.0       | 100.0      | 0.04   | 0.08  | 0.02               | 100.0        | 0.04   | -0.01 | 0.03               | 0.5                     |
| 200.0       | 200.0      | 0.03   | 0.08  | 0.03               | 200.0        | 0.05   | -0.01 | 0.04               | 0.5                     |
| 500.0       | 499.9      | 0.03   | 0.04  | 0.05               | 500.0        | 0.03   | 0.01  | -0.02              | 0.5                     |
| 1000.0      | 1000.0     | 0.05   | 0.04  | 0.04               | 1000.0       | 0.01   | -0.01 | -0.01              | 1                       |
| 2000.0      | 2000.0     | 0.01   | 0.08  | 0.01               | 2000.0       | 0.01   | -0.01 | -0.01              | 1                       |
| 4000.0      | 4000.1     | 0.01   | 0.06  | 0.05               | 4000.0       | 0.01   | -0.01 | -0.01              | 1                       |

Leyenda

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga Incrementada

E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero

E<sub>c</sub>: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición  $U_{95} = 2^* \sqrt{0.00493 \text{ g}^2 + 0.0000046507038 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida  $R_{\text{corregida}} = R + 192.614205257 \text{ R}$

R: Indicación de lectura de balanza: ( g )

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metroológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2 .
4. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Aravalo Carnica  
METROLOGÍA



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| Fecha de emisión                  | 2023/04/20  |
| Solicitante                       | ASCONSU E.I.R.L.  |
| Dirección                         | MZA. H LOTE. 1 APV PARAISO DE FATIMA (SAN ANTONIO PARADERO BOSQUE HACIA ARRIBA) CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN |
| Instrumento de medición           | <b>BALANZA</b>  |
| Identificación                    | NO INDICA   |
| Intervalo de indicación           | 30000 g   |
| División de escala<br>Resolución  | 0.5 g   |
| División de verificación<br>(e)   | 0.5 g   |
| Tipo de indicación                | Digital   |
| Marca / Fabricante                | PESATEL   |
| Modelo                            | NO INDICA   |
| N° de serie                       | NO INDICA   |
| Procedencia                       | NO INDICA   |
| Ubicación<br>Lugar de calibración | Laboratorio de suelos<br>Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.  |
| Fecha de calibración              | 2023/04/20  |

**Método/Procedimiento de calibración**

\*Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII\* (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metroológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, si de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis A. Ovallo Carnica  
METROLOGÍA



**Arso Group**

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión

Solicitante **ASCONSU E.I.R.L.**

Dirección **MZA. H LOTE. 1 APV PARAISO DE FATIMA (SAN ANTONIO PARADERO BOSQUE HACIA ARRIBA) CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN**

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación **NO INDICA**

Intervalo de indicación **30000 g**

División de escala  
Resolución **0.5 g**

División de verificación  
(e) **0.5 g**

Tipo de indicación **Digital**

Marca / Fabricante **PESATEL**

Modelo **NO INDICA**

N° de serie **NO INDICA**

Procedencia **NO INDICA**

Ubicación **Laboratorio de suelos**

Lugar de calibración **Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.**

Fecha de calibración **1900/01/00**

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP

Ing. **Hugo Luis Apevaldo Camico**  
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad        | Patrón Utilizado            | Certificado de Calibración |
|---------------------|-----------------------------|----------------------------|
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Juego de Pesas de 1mg a 1kg | 1226-MPES-C-2022           |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Juego de Pesas de 1g a 1kg  | 1227-MPES-C-2022           |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa Patrón de 5kg          | 1228-MPES-C-2022           |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa Patrón de 10 kg        | 1229-MPES-C-2022           |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa Patrón de 20kg         | 1230-MPES-C-2022           |

Condiciones ambientales durante la calibración

|                       |                 |               |
|-----------------------|-----------------|---------------|
| Temperatura Ambiental | Inicial: 23 °C  | Final: 23 °C  |
| Humedad Relativa      | Inicial: 79 %hr | Final: 79 %hr |

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Medición<br>N° | Carga L1= 15000 g                   |        |                               | Carga L1= 30000 g |        |        |
|----------------|-------------------------------------|--------|-------------------------------|-------------------|--------|--------|
|                | I (g)                               | ΔL (g) | E (g)                         | I (g)             | ΔL (g) | E (g)  |
| 1              | 15000.0                             | 0.001  | -0.001                        | 30001.0           | 0.007  | -0.004 |
| 2              | 15000.0                             | 0.002  | -0.004                        | 30001.0           | 0.003  | -0.006 |
| 3              | 15000.0                             | 0.003  | 0.005                         | 30000.0           | 0.004  | -0.004 |
| 4              | 14999.0                             | 0.001  | 0.001                         | 29999.9           | 0.001  | -0.009 |
| 5              | 15000.0                             | 0.004  | -0.007                        | 30000.0           | 0.001  | -0.004 |
| 6              | 15000.0                             | 0.001  | -0.005                        | 30001.0           | 0.002  | -0.003 |
| 7              | 15000.0                             | 0.003  | -0.003                        | 30000.0           | 0.003  | -0.009 |
| 8              | 15000.0                             | 0.009  | -0.001                        | 29999.0           | 0.003  | -0.001 |
| 9              | 15000.0                             | 0.007  | -0.002                        | 29998.0           | 0.004  | -0.001 |
| 10             | 15000.0                             | 0.005  | -0.003                        | 30000.0           | 0.003  | -0.001 |
| Carga<br>(g)   | Diferencia Máxima Encontrada<br>(g) |        | Error Máximo Permitido<br>(g) |                   |        |        |
| 15000          | 0                                   |        | 1                             |                   |        |        |
| 30000          | 0                                   |        | 5                             |                   |        |        |





**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

| Posición de la Carga | Determinación de E <sub>0</sub> |       |        |                    | Determinación de E <sub>0</sub> |        |        |        |                    |
|----------------------|---------------------------------|-------|--------|--------------------|---------------------------------|--------|--------|--------|--------------------|
|                      | Carga Min <sup>(1)</sup> (g)    | I (g) | ΔI (g) | E <sub>0</sub> (g) | Carga L (g)                     | I (kg) | ΔI (g) | E (g)  | E <sub>c</sub> (g) |
| 1                    | 500                             | 500   | 0.005  | -0.001             | 10000                           | 10000  | 0.006  | -0.001 | 0.001              |
| 2                    |                                 | 500   | 0.006  | -0.004             |                                 | 10000  | 0.005  | 0.004  | 0.002              |
| 3                    |                                 | 500   | 0.005  | 0.001              |                                 | 10000  | 0.003  | 0.001  | 0.001              |
| 4                    |                                 | 499   | 0.007  | 0.003              |                                 | 10002  | 0.001  | 0.002  | -0.001             |
| 5                    |                                 | 499   | 0.009  | -0.006             |                                 | 10001  | 0.002  | -0.002 | -0.002             |

**ENSAYO DE PESAJE**

| Carga L (g) | Crecientes |        |        |                    | Decrecientes |        |        |                    | EMP <sup>(2)</sup> (tg) |
|-------------|------------|--------|--------|--------------------|--------------|--------|--------|--------------------|-------------------------|
|             | I (g)      | ΔI (g) | E (g)  | E <sub>c</sub> (g) | I (g)        | ΔI (g) | E (g)  | E <sub>c</sub> (g) |                         |
| 1           | 1          | 0.010  | 0.001  | 0.001              |              |        |        |                    |                         |
| 5           | 5          | 0.030  | 0.003  | -0.002             | 5            | 0.008  | -0.005 | -0.002             | 0.1                     |
| 10          | 10         | 0.020  | -0.002 | 0.003              | 10           | 0.006  | -0.001 | 0.003              | 0.1                     |
| 50          | 50         | 0.002  | -0.001 | 0.001              | 50           | 0.002  | -0.005 | 0.001              | 0.1                     |
| 100         | 100        | 0.090  | 0.004  | 0.004              | 100          | 0.004  | 0.006  | 0.008              | 0.1                     |
| 500         | 500        | 0.010  | 0.011  | -0.002             | 500          | 0.006  | 0.007  | 0.009              | 0.1                     |
| 1000        | 1000       | 0.090  | -0.005 | 0.008              | 1000         | 0.001  | 0.009  | 0.001              | 0.1                     |
| 5000        | 5000       | 0.019  | 0.008  | 0.007              | 5000         | 0.007  | 0.001  | -0.005             | 0.1                     |
| 10000       | 10000      | 0.010  | 0.014  | 0.001              | 10000        | 0.017  | -0.005 | -0.001             | 0.1                     |
| 20000       | 20000      | 0.060  | 0.004  | 0.011              | 20002        | 0.009  | -0.001 | 0.012              | 0.8                     |
| 30000       | 30000      | 0.070  | 0.008  | 0.009              | 30000        | 0.005  | 0.004  | -0.002             | 0.8                     |

**Leyenda**

I: Indicación de la balanza

ΔI: Carga incrementada

E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero

E<sub>c</sub>: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

**INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA**

Incertidumbre expandida de medición  $U_{95} = 2^* \sqrt{0.25067 \text{ g}^2 + 0.000000000181 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida  $R_{\text{corregida}} = R + 0.838813027 \text{ R}$

R: Indicación de lectura de balanza (g)



**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSO GROUP S.A.C

Ing. José Luis Azevalo Carnica  
METROLOGÍA



|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Fecha de emisión                 | 2023/04/20  |
| Solicitante                      | ASCONSU E.I.R.L.  |
| Dirección                        | MZA. H LOTE. 1 APY PARAISO DE FATIMA (SAN ANTONIO PARADERO BOSQUE HACIA ARRIBA) CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN |
| Instrumento de medición          | <b>BALANZA</b>  |
| Identificación                   | NO INDICA   |
| Intervalo de indicación          | 6000g   |
| División de escala<br>Resolución | 0,1 g   |
| División de verificación (e)     | 0,1 g   |
| Tipo de indicación               | Digital   |
| Marca / Fabricante               | OHAUS   |
| Modelo                           | SE602F  |
| N° de serie                      | B210793136  |
| Procedencia                      | ESTADOS UNIDOS  |
| Ubicación                        | Laboratorio de suelos   |
| Lugar de calibración             | Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.   |

Fecha de calibración 2023/04/20

**Método/Procedimiento de calibración**

\*Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y III\* (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnicero  
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad        | Patrón Utilizado            | Certificado de Calibración |
|---------------------|-----------------------------|----------------------------|
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Juego de Pesas de 1mg a 1kg | 1226-MPES-C-2022           |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Juego de Pesas de 1g a 1kg  | 1227-MPES-C-2022           |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa Patrón de 5kg          | 1228-MPES-C-2022           |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa Patrón de 10 kg        | 1229-MPES-C-2022           |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa Patrón de 20kg         | 1230-MPES-C-2022           |

Condiciones ambientales durante la calibración

|                       |                 |               |
|-----------------------|-----------------|---------------|
| Temperatura Ambiental | Inicial: 24 °C  | Final: 24 °C  |
| Humedad Relativa      | Inicial: 76 %hr | Final: 76 %hr |

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Medición<br>N° | Carga L1= 3000 g                 |        |                            | Carga L1= 6000 g |        |       |
|----------------|----------------------------------|--------|----------------------------|------------------|--------|-------|
|                | I (g)                            | ΔL (g) | E (g)                      | I (g)            | ΔL (g) | E (g) |
| 1              | 3000.0                           | 0.04   | -0.09                      | 6000.1           | 0.05   | -0.1  |
| 2              | 3000.0                           | 0.03   | -0.1                       | 6000.1           | 0.07   | -0.03 |
| 3              | 3000.0                           | 0.03   | -0.05                      | 6000.1           | 0.05   | -0.07 |
| 4              | 3000.1                           | 0.04   | -0.09                      | 6000.1           | 0.03   | -0.1  |
| 5              | 3000.1                           | 0.05   | -0.04                      | 6000.0           | 0.06   | -0.1  |
| 6              | 3000.1                           | 0.08   | -0.04                      | 6000.0           | 0.07   | -0.1  |
| 7              | 3000.0                           | 0.07   | -0.09                      | 6000.0           | 0.05   | -0.12 |
| 8              | 3000.0                           | 0.05   | -0.05                      | 6000.0           | 0.05   | -0.1  |
| 9              | 3000.0                           | 0.04   | -0.08                      | 6000.0           | 0.05   | -0.11 |
| 10             | 3000.0                           | 0.05   | -0.1                       | 6000.0           | 0.04   | -0.1  |
| Carga (g)      | Diferencia Máxima Encontrada (g) |        | Error Máximo Permitido (g) |                  |        |       |
| 3000           | 0                                |        | 1                          |                  |        |       |
| 6000           | 0                                |        | 2                          |                  |        |       |



ARSOU GROUP  
Ing. Hugo San Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

| Posición de la Carga | Determinación de $E_0$       |        |                |           | Determinación de $E_0$ |        |                |       |           |
|----------------------|------------------------------|--------|----------------|-----------|------------------------|--------|----------------|-------|-----------|
|                      | Carga Min <sup>(1)</sup> (g) | I (kg) | $\Delta L$ (g) | $E_0$ (g) | Carga L (g)            | I (kg) | $\Delta L$ (g) | E (g) | $E_c$ (g) |
| 1                    | 20                           | 20     | 0.04           | -0.03     | 1000                   | 1000   | 0.06           | -0.01 | 0.01      |
| 2                    |                              | 20     | 0.06           | -0.01     |                        | 1000   | 0.04           | -0.01 | 0.02      |
| 3                    |                              | 20     | 0.04           | 0.03      |                        | 1000   | 0.05           | -0.02 | -0.02     |
| 4                    |                              | 20     | 0.03           | 0.01      |                        | 1000   | 0.03           | 0.01  | -0.04     |
| 5                    |                              | 20     | 0.05           | -0.02     |                        | 1000   | 0.04           | 0.03  | 0.02      |

<sup>(1)</sup> Valor entre 0 y 10 e

**ENSAYO DE PESAJE**

| Carga L (g) | Crecientes |                |       |           | Decrecientes |                |       |           | EMP <sup>(2)</sup> (±g) |
|-------------|------------|----------------|-------|-----------|--------------|----------------|-------|-----------|-------------------------|
|             | I (g)      | $\Delta L$ (g) | E (g) | $E_c$ (g) | I (g)        | $\Delta L$ (g) | E (g) | $E_c$ (g) |                         |
| 0.5         | 0.5        | 0.05           | -0.01 |           |              |                |       |           | 1                       |
| 1.0         | 1.0        | 0.06           | 0.03  | 0.03      | 1.0          | 0.06           | 0.01  | 0.01      | 1                       |
| 5.0         | 5.0        | 0.04           | -0.02 | 0.02      | 5.0          | 0.05           | -0.04 | -0.04     | 1                       |
| 10.0        | 10.0       | 0.03           | 0     | 0.04      | 10.0         | 0.05           | -0.04 | -0.03     | 1                       |
| 100.0       | 100.0      | 0.05           | 0.01  | 0.01      | 100.1        | 0.05           | -0.01 | 0.02      | 1                       |
| 500.0       | 500.1      | 0.04           | 0.07  | 0.02      | 500.0        | 0.04           | -0.01 | 0.02      | 1                       |
| 1000.0      | 1001.0     | 0.01           | 0.08  | 0.02      | 1000.0       | 0.03           | 0.03  | 0.01      | 1                       |
| 2000.0      | 2002.0     | 0.05           | 0.08  | 0.03      | 2000.1       | 0.05           | -0.02 | -0.07     | 2                       |
| 3000.0      | 3004.0     | 0.07           | 0.09  | 0.02      | 3000.0       | 0.01           | -0.04 | -0.05     | 2                       |
| 5000.0      | 5006.0     | 0.09           | 0.09  | 0.04      | 5000.0       | 0.05           | -0.11 | -0.04     | 2                       |
| 6000.0      | 6000.0     | 0.08           | 0.05  | 0.05      | 6000.0       | 0.04           | -0.12 | -0.13     | 2                       |

**Leyenda**

I: Indicación de la balanza

$\Delta L$ : Carga incrementada

E: Error encontrado

$E_0$ : Error en cero

$E_c$ : Error corregido

EMP: Error máximo permitido

**INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA**

Incertidumbre expandida de medición  $U_{95} = 2^* \sqrt{0.00177 \text{ g}^2 + 0.0000000078065 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida  $R_{\text{Corregida}} = R + 6.805675868 \text{ R}$

R: Indicación de lectura de balanza : ( g )



**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metroológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSO GROUP S.A.C

Ing. *[Firma]* Luis Aníbal Carnica  
METROLOGÍA



**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Fecha de emisión        | 2023/04/20  |
| Solicitante             | ASCONSU E.I.R.L.  |
| Dirección               | MZA. H LOTE. 1 APV PARAISO DE FATIMA (SAN ANTONIO PARADERO BOSQUE HACIA ARRIBA) CUSCO - CUSCO - SAN FRANCISAN |
| Instrumento de medición | PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO   |
| Identificación          | PRC-02  |
| Marca                   | ELE INTERNATIONAL   |
| Modelo                  | NO INDICA   |
| Serie                   | 292   |
| Capacidad               | 1112 kn   |
| Indicador               | DIGITAL   |
| Serie                   | NO INDICA   |
| Bomba                   | ELECTRICA   |
| Procedencia             | ESTADOS UNIDOS  |
| Ubicación               | Laboratorio de concreto   |
| Lugar de calibración    | Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.   |
| Fecha de calibración    | 2023/04/20  |

**Método/Procedimiento de calibración**

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines". Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arivalo Carrica  
METROLOGIA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad                   | Patrón Utilizado        | Certificado de Calibración |
|--------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Patrones de referencia de PUCP | Celda de Carga de 100 t | INF-LE N° 175-21           |

Condiciones ambientales durante la calibración

|                       |                 |               |
|-----------------------|-----------------|---------------|
| Temperatura Ambiental | Inicial: 25 °C  | Final: 26 °C  |
| Humedad Relativa      | Inicial: 81 %hr | Final: 81 %hr |

Resultados

| TABLA N° 01                                    |
|--|
| CALIBRACION DE PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO |

| SISTEMA DIGITAL<br>"A"<br>kN | SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (kN) |           |           |           | PROMEDIO<br>"B"<br>kN | ERROR<br>Ep<br>% | RPTBLD<br>Rp<br>% |
|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|------------------|-------------------|
|                              | SERIE (1)                          | SERIE (2) | ERROR (1) | ERROR (2) |                       |                  |                   |
|                              | kN                                 | kN        | %         | %         |                       |                  |                   |
| 100                          | 100.6                              | 101.1     | 0.60      | 1.10      | 100.9                 | 0.85             | 0.35              |
| 200                          | 200.3                              | 200.9     | 0.15      | 0.45      | 200.6                 | 0.30             | 0.21              |
| 300                          | 300.6                              | 303.2     | 0.2       | 1.07      | 301.9                 | 0.63             | 0.61              |
| 400                          | 401.3                              | 401.5     | 0.33      | 0.38      | 401.4                 | 0.35             | 0.04              |
| 500                          | 500.8                              | 500.6     | 0.16      | 0.12      | 500.7                 | 0.14             | 0.03              |
| 600                          | 600.6                              | 600.3     | 0.1       | 0.05      | 600.5                 | 0.08             | 0.04              |
| 700                          | 700.3                              | 700.4     | 0.04      | 0.06      | 700.4                 | 0.05             | 0.01              |
| 800                          | 801.3                              | 800.6     | 0.16      | 0.08      | 801.0                 | 0.12             | 0.06              |

NOTAS SOBRE CALIBRACION

- 1.- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$
- 3.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arriaga Carrica  
METROLOGIA

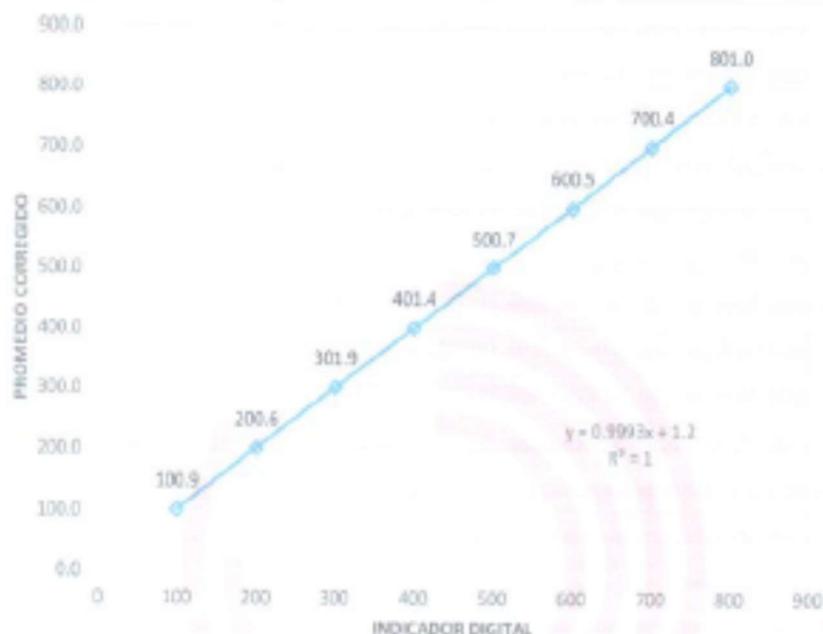
**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 195 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde:  $y = 0,9993x + 1,2$

Coefficiente Correla:  $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kN)

Y : fuerza promedio (kN)



**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Rudesindo Arroyo Carnicero  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



## Arso Group

Laboratorio de Metrología

|                                     |  |  |
|-------------------------------------|--|--|
| Fecha de emisión                    | 2023/04/20   | <p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.</p> <p>ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.</p> <p>Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.</p>   |
| Solicitante                         | ASCONSU E.I.R.L.   |  |
| Dirección                           | MZA. H LOTE. 1 APV PARAISO DE FATIMA (SAN ANTONIO PARADERO BOSQUE HACIA ARRIBA) CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN  |  |
| Instrumento de medición             | HORNO DE LABORATORIO   |  |
| Identificación                      | NO INDICA  |  |
| Marca                               | QUINCY LAB,INC   |  |
| Modelo                              | 40GC-1   |  |
| Serie                               | 41-2523  |  |
| Cámara                              | 220 LITROS   |  |
| Ventilación                         | NATURAL  |  |
| Pirómetro                           | DIGITAL  |  |
| Modelo                              | NO INDICA  |  |
| Procedencia                         | ESTADOS UNIDOS   |  |
| Ubicación                           | Laboratorio de suelos  |  |
| Lugar de calibración                | Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.  |  |
| Fecha de calibración                | 2023/04/20   |  |
| Método/Procedimiento de calibración | - SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isoterms con aire como medio termostático. INACAL.<br>- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo. |  |

### ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad  | Patrón Utilizado                | Certificado de Calibración |
|---------------|---------------------------------|----------------------------|
| CADENT S.A.C. | Termómetro con 12 sondas TIPO K | 0476-LT-2022               |

Condiciones ambientales durante la calibración

|                       |                 |               |
|-----------------------|-----------------|---------------|
| Temperatura Ambiental | Inicial: 24 °C  | Final: 22 °C  |
| Humedad Relativa      | Inicial: 76 %hr | Final: 76 %hr |

Resultados

TEMPERATURA

| Tiempo (hh:mm) | Plómetro °C | INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C |       |       |       |       |       |       |       |       |       | T° Prom. °C | Tmax - Tmin °C |
|----------------|-------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|----------------|
|                |             | 1   | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |             |                |
| 00:00          | 110         | 110.0   | 109.4 | 110.0 | 110.0 | 112.0 | 109.4 | 108.0 | 114.0 | 112.0 | 111.0 | 110.6       | 6.0            |
| 00:02          | 110         | 109.4   | 108.0 | 110.3 | 111.0 | 109.0 | 107.0 | 109.0 | 110.0 | 112.1 | 110.0 | 109.6       | 5.1            |
| 00:04          | 110         | 110.0   | 107.0 | 111.0 | 106.9 | 111.0 | 112.0 | 111.0 | 108.0 | 112.9 | 112.1 | 110.4       | 5.9            |
| 00:06          | 110         | 110.0   | 112.0 | 112.0 | 113.0 | 109.0 | 106.0 | 112.0 | 113.0 | 110.0 | 108.0 | 110.5       | 7.0            |
| 00:08          | 110         | 113.0   | 112.0 | 106.0 | 110.0 | 112.0 | 111.0 | 114.0 | 110.0 | 112.0 | 110.0 | 111.0       | 8.0            |
| 00:10          | 110         | 110.0   | 112.0 | 111.0 | 107.0 | 114.0 | 110.0 | 109.0 | 113.0 | 107.0 | 107.0 | 110.0       | 7.0            |
| 00:12          | 110         | 109.0   | 112.0 | 109.0 | 107.0 | 108.0 | 114.0 | 113.0 | 108.0 | 108.0 | 112.0 | 110.0       | 7.0            |
| 00:14          | 110         | 107.0   | 106.0 | 113.0 | 107.0 | 111.0 | 112.0 | 111.0 | 108.0 | 107.0 | 112.0 | 109.4       | 7.0            |
| 00:16          | 110         | 107.0   | 108.0 | 108.0 | 109.0 | 108.0 | 111.0 | 108.0 | 107.0 | 112.0 | 112.0 | 109.0       | 5.0            |
| 00:18          | 110         | 106.0   | 111.0 | 109.0 | 109.0 | 111.0 | 113.0 | 110.0 | 107.0 | 106.0 | 107.0 | 108.9       | 7.0            |
| 00:20          | 110         | 108.0   | 110.0 | 111.0 | 112.0 | 107.0 | 109.2 | 107.0 | 110.0 | 109.0 | 109.7 | 109.3       | 5.0            |
| 00:22          | 110         | 110.0   | 107.0 | 108.0 | 110.0 | 109.0 | 106.0 | 106.0 | 107.0 | 109.0 | 109.0 | 108.1       | 4.0            |
| 00:24          | 110         | 111.0   | 112.0 | 107.0 | 107.0 | 107.0 | 113.0 | 114.0 | 109.0 | 110.0 | 114.0 | 110.4       | 7.0            |
| 00:26          | 110         | 108.0   | 114.0 | 112.0 | 109.0 | 109.0 | 113.0 | 110.0 | 108.0 | 112.0 | 109.0 | 110.4       | 6.0            |
| 00:28          | 110         | 110.0   | 114.0 | 108.0 | 109.0 | 112.0 | 109.0 | 108.0 | 114.0 | 111.0 | 114.0 | 110.9       | 6.0            |
| 00:30          | 110         | 110.0   | 111.0 | 109.0 | 113.0 | 112.0 | 105.0 | 108.0 | 111.0 | 109.0 | 108.0 | 109.7       | 7.0            |
| 00:32          | 110         | 112.0   | 108.0 | 106.0 | 112.0 | 111.0 | 110.0 | 112.0 | 110.0 | 108.0 | 109.0 | 109.8       | 6.0            |
| 00:34          | 110         | 112.0   | 108.0 | 106.0 | 114.0 | 111.0 | 113.0 | 113.0 | 109.0 | 109.0 | 110.0 | 110.5       | 8.0            |
| 00:36          | 110         | 113.0   | 114.0 | 106.0 | 107.0 | 113.0 | 108.0 | 106.0 | 109.0 | 108.0 | 107.0 | 109.1       | 8.0            |
| 00:38          | 110         | 109.0   | 109.0 | 111.0 | 113.0 | 110.0 | 107.0 | 106.0 | 114.0 | 106.0 | 114.0 | 109.9       | 8.0            |
| 00:40          | 110         | 112.0   | 114.0 | 114.0 | 109.0 | 111.0 | 111.0 | 108.0 | 114.0 | 107.0 | 113.0 | 111.3       | 7.0            |
| 00:42          | 110         | 114.0   | 111.0 | 113.0 | 107.0 | 109.0 | 112.0 | 112.0 | 108.0 | 110.0 | 107.0 | 110.1       | 7.0            |
| 00:44          | 110         | 110.0   | 107.0 | 114.0 | 113.0 | 107.0 | 110.0 | 107.0 | 111.0 | 113.0 | 110.0 | 110.2       | 7.0            |
| 00:46          | 110         | 109.0   | 107.0 | 110.0 | 110.0 | 109.0 | 114.0 | 114.0 | 109.0 | 111.0 | 114.0 | 110.7       | 7.0            |
| 00:48          | 110         | 111.0   | 106.0 | 110.0 | 109.0 | 108.0 | 114.0 | 106.0 | 107.0 | 108.0 | 112.0 | 109.1       | 8.0            |
| 00:50          | 110         | 107.0   | 109.0 | 112.0 | 108.0 | 114.0 | 110.0 | 110.0 | 111.0 | 106.0 | 112.0 | 109.9       | 8.0            |
| T. PROM.       | 110         | 109.9   | 109.9 | 109.8 | 109.8 | 110.7 | 110.4 | 109.7 | 110.0 | 109.4 | 110.5 | 110.0       |                |
| T. MAX.        | 110         | 114.0   | 114.0 | 114.0 | 114.0 | 114.0 | 114.0 | 114.0 | 114.0 | 113.0 | 114.0 |             |                |
| T. MIN.        | 110         | 106.0   | 106.0 | 106.0 | 107.0 | 107.0 | 106.0 | 106.0 | 107.0 | 106.0 | 107.0 |             |                |

Nomenclatura:

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tmax Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total
- T. N La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.



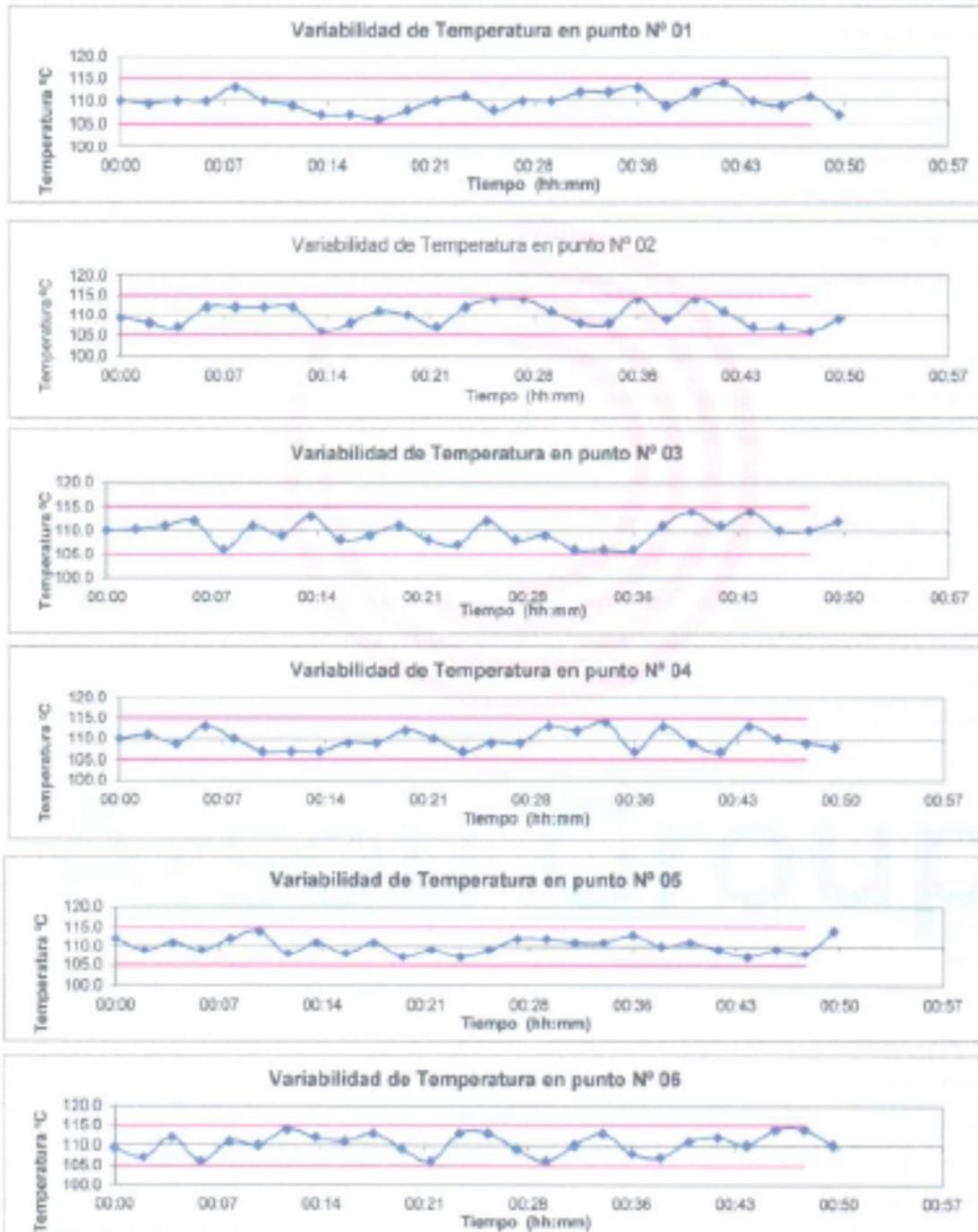
ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Enrique Arsujo Carnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



GRÁFICO



ARSOU GROUP  
Ing. Hugo Luis Abeyalo Carnica  
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

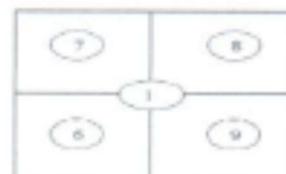
www.arsougroup.com



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR



NIVEL INFERIOR



ARSOU GROUP

Ing. Hugo Luis Arivalo Carnica  
Metrología

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

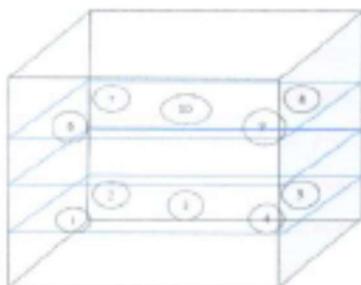
www.arsougroup.com



**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO



**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura  $k=2$ .
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

Arsou Group

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arivalo Carrico  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com