

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

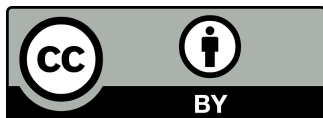
**Influencia del Estabilizador Z y el Cemento Portland tipo IP
en las propiedades físicas y mecánicas del adobe
comprimido en el distrito de San Jerónimo - Cusco -2024**

Jose Domingo Valderrama Perez
Rogelio Paja Yucra

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Cusco, 2025

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 : Mgt. Ing. EIGNER ROMAN VILLEGAS
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 11 de Junio de 2025

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

Título:

Influencia del Estabilizador Z y el Cemento Portland tipo IP en las Propiedades Físicas Y Mecánicas del Adobe Comprimido en el Distrito De San Jerónimo – Cusco -2024

Autores:

1. Jose Domingo Valderrama Perez – EAP. Ingeniería Civil
2. Rogelio Paja Yucra – 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 20 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- | | | |
|---|--|--|
| • Filtro de exclusión de bibliografía | SI ☒ | NO ☐ |
| • Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (en caso de elegir "SI"): 25 | SI ☒ | NO ☐ |
| • Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante | SI ☐ | NO ☒ |

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

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

Atentamente,

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

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a la Universidad Continental, por haberme proporcionado una formación académica sólida, sustentada en el compromiso con la calidad, la innovación y el crecimiento integral de sus estudiantes.

Reconozco con aprecio el esfuerzo de sus autoridades, docentes y personal administrativo, quienes contribuyeron con dedicación y profesionalismo a crear un entorno educativo colaborativo que favoreció mi desarrollo.

Agradezco de manera especial a mi compañero y amigo Rogelio, por haber estado presente durante esta etapa académica, compartiendo no solo conocimientos, sino también momentos de esfuerzo, motivación y compañerismo.

Jose D. Valderrama

Mi sincero agradecimiento a la Universidad Continental, que representó mucho más que un espacio de formación académica. Fue un escenario de transformación personal y profesional, donde cada día estuvo lleno de aprendizajes, desafíos superados y momentos que marcaron mi vida.

Gracias, especialmente, a los docentes que acompañaron este trayecto. Su compromiso, exigencia y constante respaldo dejaron huella en mi formación. Me enseñaron que la excelencia se construye con disciplina, pasión y convicción, y que cada meta es posible cuando se trabaja con dedicación y propósito.

No puedo dejar de mencionar a mi grupo de amigos del mismo código: Alina, José Domingo, José Roel y Edmundo. Fueron mi sostén, mi motivación y mi refugio en los momentos difíciles. Compartimos risas, desvelos, frustraciones y logros, y hoy, más que compañeros, los considero parte esencial de esta etapa que guardo con profundo cariño.

Rogelio Paja Yucra

DEDICATORIA

A mis padres, Orfelina y José, les agradezco de corazón por su apoyo constante, sacrificio y amor incondicional. Ustedes han sido mi guía y fortaleza, siempre brindándome el valor necesario para seguir adelante. Gracias por su confianza y por enseñarme el verdadero significado de la perseverancia.

A mis hermanos, Anderson, Avimael, Lisbeth y Yessenia, gracias por estar siempre a mi lado, por su apoyo constante y por compartir conmigo las alegrías y desafíos en este camino. Su presencia ha sido una fuente de motivación y alegría en todo momento.

Este logro es posible gracias a cada uno de ustedes, que me han acompañado con amor y dedicación. Les dedico este esfuerzo con todo mi cariño.

Jose D. Valderrama

A Dios, por ser mi guía constante, por darme fortaleza en los momentos difíciles y por brindarme la oportunidad de alcanzar esta meta con fe y esperanza.

A mis queridos padres, Mario Paja Huayhua y Aurelia Yucra Choqueconza, por su amor incondicional, su ejemplo de lucha y los sacrificios que han hecho por mí. Gracias por enseñarme a nunca rendirme.

A mi esposa, Enik Teresita Cantoral Centeno, y a mis hijos, Darek Santiago y Luciano Dariel, por ser mi mayor inspiración, por su compañía en los momentos más duros y por su amor que me impulsa a seguir adelante cada día.

A mis hermanos, Yovana, Fanny, Oshin, Gilmar, Maxbel y Chaska, por su apoyo constante, por sus palabras de aliento y por creer en mí en cada etapa de este camino.

Este logro es fruto del amor, la fe y el esfuerzo compartido con cada uno de ustedes.

Rogelio Paja Yucra

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I	14
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	14
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.1.1. Problema general.....	15
1.1.2. Problemas específicos.....	15
1.2. OBJETIVOS.....	16
1.2.1. Objetivo general	16
1.2.2. Objetivos específicos	16
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	17
1.3.1. Justificación técnica	17
1.3.2. Justificación económica	17
1.3.3. Justificación ambiental	17
1.4. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO	18
1.4.1. Delimitación temática.....	18
1.4.2. Delimitación espacial.....	18
1.4.3. Delimitación temporal del estudio.....	19
1.4.4. Delimitación poblacional	20
1.4.5. Cantera.....	20
1.4.6. Normas	20
1.5. HIPÓTESIS Y VARIABLES	21
1.5.1. Hipótesis general	21
1.5.2. Hipótesis específicas	21
1.6. VARIABLES	22
1.6.1. Operacionalización de variables.....	23

CAPÍTULO II	24
MARCO TEÓRICO	24
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	24
2.1.1. Antecedentes nacionales	24
2.1.2. Antecedentes locales	26
2.2. BASES TEÓRICAS	28
2.2.1. El Adobe	28
2.2.2. Estabilizador Z	30
2.2.3. Cemento portland (tipo IP)	31
2.2.4. ENSAYOS DE COMPORTAMIENTO FÍSICO DEL ADOBE	33
2.2.4.1. Absorción	33
2.2.4.2. Succión	34
2.2.4.3. Erosión Acelerada Swinburne (SAET)	35
2.2.5. ENSAYOS DE COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOBE	36
2.2.5.1. Resistencia a la compresión de unidades de adobes	36
2.2.5.2. Resistencia a la compresión de pilas de adobe	37
2.2.5.3. Resistencia a la compresión diagonal para muretes de adobe	38
2.2.5.4. Resistencia a la tracción del mortero	39
2.2.6. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	40
CAPÍTULO III	41
METODOLOGÍA	41
3.1. MÉTODO, TIPO O ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	41
3.1.1. Método de la investigación	41
3.1.2. Tipo de investigación	41
3.1.3. Diseño de la investigación	42
3.1.4. Diseño de ingeniería	44
3.1.5. Alcance o nivel de investigación	44
3.1.6. Población	45
3.1.7. Muestra	47
3.1.8. Criterios de muestreo e inclusión	50
3.1.9. Justificación técnica por la imposibilidad de ejecutar las seis muestras establecidas en la Norma Técnica Peruana E.080	50
3.2. MATERIALES Y MÉTODOS	51
3.2.1. Técnicas de recopilación de datos	51
3.2.2. PROCESAMIENTO DE DATOS EN ENSAYOS DE COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO	53

3.2.2.1.	ENSAYOS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO.....	54
3.2.2.1.1.	Análisis granulométrico por tamizado MTC E-107-200.....	54
3.2.2.1.2.	Absorción	56
3.2.2.1.3.	Succión	59
3.2.2.1.4.	Erosión acelerada Swinburne.....	63
3.2.2.2.	ENSAYOS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO.....	66
3.2.2.2.1.	Resistencia a la compresión de adobes.....	66
3.2.2.2.2.	Resistencia a la compresión de pilas de adobe.....	68
3.2.2.2.3.	Resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe	70
3.2.2.2.4.	Resistencia de la tracción del mortero	72
3.2.2.2.5.	Análisis y de costos unitarios del adobe tradicional y mejorado.....	74
CAPÍTULO IV.....		78
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		78
4.1.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	78
4.1.1.	RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO	78
4.1.1.1.	Ensayo de la Absorción	78
4.1.1.2.	Ensayo de la Succión	80
4.1.1.3.	Ensayo Erosión Acelerada Swinburne.....	82
4.1.2.	RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO.....	84
4.1.2.1.	Ensayo resistencia a la compresión de adobes (NTP E. 080).....	84
4.1.2.2.	Ensayo resistencia a la compresión de pilas de adobes (NTP E. 080)	86
4.1.2.3.	Ensayo resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe (NTP E. 080)	88
4.1.2.4.	Ensayo resistencia a la tracción del mortero (NTP E. 080)	90
4.1.3.	RESULTADOS DE ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO	92
4.2.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	94
4.2.1.	Discusión de resultados respecto a antecedentes	94
4.2.2.	Resultados respecto a los objetivos específicos.....	99
4.2.3.	Resultados estadísticos	105
CAPÍTULO V		134
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		134
5.1.	CONCLUSIONES.....	134
5.2.	RECOMENDACIONES	137
5.2.1.	Recomendaciones técnicas	137
5.2.2.	Recomendaciones ambientales	137
5.2.3.	Recomendaciones sociales.....	138

5.2.4. Recomendaciones económicas	138
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	140
ANEXOS	142
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE LAS UNIDADES DE ADOBES ..	143
PRUEBAS DE LABORATORIO	148
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO	207
PANEL FOTOGRÁFICO	231

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización.....	23
Tabla 2. Composición química del cemento.....	32
Tabla 3. Composición química del cemento.....	44
Tabla 4. Cálculo de la Población total de unidades de adobes.....	46
Tabla 5 (a). Cálculo de muestras total – ensayos no destructibles	48
Tabla 6 (a). Formato: Cálculo de % de absorción para los diferentes especímenes ..	57
Tabla 7 (a). Formato: cálculo de % de succión para los diferentes especímenes	60
Tabla 8 (a). Formato: Cálculo de % de erosión para los diferentes especímenes	64
Tabla 9. Formato: Cálculo de compresión del adobe tradicional, comprimido y mejorado	67
Tabla 10. Formato: Cálculo de compresión en pilas del adobe tradicional, comprimido y mejorado.....	69
Tabla 11. Formato: Cálculo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe	71
Tabla 12 (a) Formato: Cálculo de resistencia de la tracción del mortero	73
Tabla 13 . Presupuesto de construcción con adobe tradicional.....	76
Tabla 14. Presupuesto de construcción con adobes mejorados.....	76
Tabla 15. Presupuesto de construcción con adobe tradicional y mejorado. Comparativo de costo para una vivienda utilizando adobe tradicional y adobe mejorado	77
Tabla 16. Resultados (ensayo de absorción).....	78
Tabla 17. Gráfico de columnas (ensayo de absorción)	79
Tabla 18. Resultados (ensayo de succión).....	80
Tabla 19. Gráfico de columnas (ensayo de succión)	81
Tabla 20. Resultados (erosión acelerada).....	82
Tabla 21. Gráfico de columnas (ensayo de erosión acelerada)	83
Tabla 22. Resultados (resistencia a la compresión de adobes)	84
Tabla 23. Gráfico de columnas (ensayo de compresión de adobes)	85
Tabla 24. Resultados (resistencia a la compresión de pilas de adobe).....	86
Tabla 25. Gráfico de columnas (ensayo de compresión de pilas)	87
Tabla 26. Resultados (resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe)...	88
Tabla 27. Gráfico de columnas (ensayo de compresión diagonal de muretes de adobes)	89
Tabla 28. Resultados (resistencia a la tracción del mortero)	90
Tabla 29. Gráfico de columnas (ensayo de resistencia a la tracción del mortero).....	91
Tabla 30. Gráfico de columnas (variación de precios de unidades de adobe)	93
Tabla 31. Gráfico de columnas (Resultados de absorción de agua)	99
Tabla 32. Gráfico de columnas (resultados de succión de agua)	100
Tabla 33. Gráfico de columnas (Resultados de erosión).....	101
Tabla 34. Gráfico de columnas (resultados de compresión de unidades de adobes).....	101
Tabla 35. Gráfico de columnas (Resultados de compresión de pilas de adobes)	102
Tabla 36. Gráfico de columnas (resultados de compresión en muretes de adobes).....	103
Tabla 37. Gráfico de columnas (Resultados de tracción del mortero)	103
Tabla 38. Gráfico de columnas (resultados de análisis de precios unitarios)	104
Tabla 39. Análisis Estadístico Descriptivos: Absorción de agua	106
Tabla 40. Pruebas de normalidad: absorción de agua	108

Tabla 41. Anova: Absorción de agua	109
Tabla 42. <i>Análisis Estadístico Descriptivo: Succión de Agua</i>	109
Tabla 43. Pruebas de normalidad: Succión de agua	112
Tabla 44. Anova: Succión de agua	113
Tabla 45. Análisis Estadístico Descriptivos: Resistencia a la erosión acelerada	113
Tabla 46. Pruebas de normalidad: Resistencia a la erosión	116
Tabla 47. Anova: Erosión acelerada	116
Tabla 48. Análisis estadístico Resistencia a la Compresión Uniaxial	117
Tabla 49. Pruebas de normalidad: Resistencia a la Compresión Uniaxial	119
Tabla 50. Anova: Resistencia a la compresión uniaxial	120
Tabla 51. Análisis Estadístico Descriptivos: Resistencia a la compresión en pilas ..	120
Tabla 52. Pruebas de normalidad: Resistencia a la compresión en pilas	123
Tabla 53. Anova: Resistencia a la compresión en pilas	124
Tabla 54. Análisis Estadístico Descriptivos: Resistencia a la Compresión Diagonal en Muretes	124
Tabla 55. Pruebas de normalidad: Resistencia a la compresión diagonal en muretes	127
Tabla 56. Anova: Resistencia a la compresión diagonal en muretes	128
Tabla 57. Análisis Estadístico Descriptivos: Resistencia a la tracción del mortero ..	128
Tabla 58. Pruebas de normalidad: Resistencia a la tracción del mortero	131
Tabla 59. Anova: Resistencia a la tracción del mortero	132
Tabla 60. Apu adobe tradicional 0.30 x 0.20 x 0.10 cm	144
Tabla 61. Apu adobe compactado 0.30 x 0.20 x 0.10 cm al 0 %	144
Tabla 62. Apu adobe compactado 0.30 x 0.20 x 0.10 cm + 2 % cemento	144
Tabla 63. Apu adobe compactado 0.30 x 0.20 x 0.10 cm + 4 % cemento	145
Tabla 64. Apu adobe compactado 0.30 x 0.20 x 0.10 cm + 5 % Estabilizador Z....	145
Tabla 65. Apu adobe compactado 0.30 x 0.20 x 0.10 cm + 10% Estabilizador (Z) ..	145
Tabla 66. Apu adobe compactado 0.30 x 0.20 x 0.10 cm + 5 % Estabilizador (Z) + 4 % cemento	146
Tabla 67. Apu adobe compactado 0.30 x 0.20 x 0.10 cm + 10 % Estabilizador (Z) + 2 % cemento	146
Tabla 68. Apu adobe compactado 0.30 x 0.20 x 0.10 cm + 10 % Estabilizador (Z) + 4 % cemento	146
Tabla 69. Apu adobe compactado 0.30 x 0.20 x 0.10 cm + 5 % Estabilizador (Z) + 2 % cemento	147
Tabla 70. Apu adobe compactado 0.30 x 0.20 x 0.10 cm + 7.5 % Estabilizador (Z) + 3 % cemento	147

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Departamento de Cusco	18
Figura 2. Distrito de San Jerónimo	19
Figura 3. Cantera de Pillao Matao	20
Figura 4. Dimensiones del adobe	29
Figura 5. Proceso para efectuar el ensayo de absorción	33
Figura 6. Procedimiento para realizar el ensayo de succión	34
Figura 7. Procedimiento para realizar La prueba de desgaste por erosión rápida.	35
Figura 8. Procedimiento para realizar el ensayo de compresión	36
Figura 9. Procedimiento para realizar el ensayo de compresión en pilas de adobe ..	37
Figura 10. Proceso para ejecutar el ensayo de esfuerzo diagonal en muretes de adobe	38
Figura 11. Procedimiento para realizar el ensayo de tracción de mortero	39
Figura 12. Herramientas y equipos para la elaboración del adobe tradicional y comprimido	53
Figura 13. Cuarteo del material seleccionado de cantera San Jerónimo, Cusco	54
Figura 14 (a). Dispositivos de ensayo granulométrico	54
Figura 15 (a). Dispositivos de prueba de Límite líquido	55
Figura 16 (a). Ensayo de Absorción de adobes	56
Figura 17. Obtención de datos de la succión de agua en adobes	59
Figura 18. Ensayo de erosión acelerada	63
Figura 19. Ensayo de compresión de adobes	66
Figura 20. Ensayo de compresión de pilas en adobes	68
Figura 21. Ensayo de compresión diagonal de muretes de adobe	70
Figura 22. Desarrollo de ensayo resistencia de la tracción del mortero	72
Figura 23. Casa típica de adobe en la zona de San Jerónimo - Cusco	75
Figura 24. Histograma resultante para la capacidad de absorción del agua	108
Figura 25. Histograma resultante para la capacidad de succión del agua	112
Figura 26. Histograma resultante para la resistencia a la erosión acelerada	115
Figura 27. Histograma resultante para la resistencia a la compresión uniaxial	119
Figura 28. Histograma resultante para la resistencia a la compresión en pilas	123
Figura 29. Histograma obtenido de la resistencia a la compresión diagonal en muretes	127
Figura 30. Histograma resultante para la resistencia a la tracción del mortero	131
Figura 31. Análisis granulométrico cuarteo del suelo	232
Figura 32. Análisis granulométrico cuarteo del suelo	232
Figura 33. Peso unitario del suelo – peso del recipiente	233
Figura 34. Peso unitario del suelo – peso del recipiente con el material	233
Figura 35. Análisis granulométrico por tamizado	234
Figura 36. Análisis granulométrico por tamizado	234
Figura 37. Análisis granulométrico – peso específico	235
Figura 38. Análisis granulométrico – peso específico	235
Figura 39. Análisis granulométrico - determinación de la humedad del suelo	236
Figura 40. Análisis granulométrico – determinación de la humedad del suelo	236
Figura 41. Análisis granulométrico - determinación del límite líquido	237
Figura 42. Análisis granulométrico - determinación del límite líquido	237
Figura 43. Estacionamiento y pruebas en la máquina de fabricación de adobe comprimido	238

Figura 44. Materiales para la fabricación del adobe.....	238
Figura 45. Mezclado de Estabilizador (Z) con agua.....	239
Figura 46. Pesaje de cemento Portland (tipo IP) para el mezclado con tierra para adobes.....	239
Figura 47. Mezclado de cemento Portland (tipo IP) para el mezclado con tierra para adobes.....	240
Figura 48. Ensayo de absorción de unidades de adobe.....	240
Figura 49. Pesado de unidades de adobes después de estar sumergidos	241
Figura 50. Ensayo de adsorción de unidades adobes sumergidos	241
Figura 51. Ensayo de erosión (Pesado de unidades de adobes para determinar succión)	242
Figura 52. Ensayo de Resistencia a la erosión acelerada en unidades adobes	242
Figura 53. Ensayo de resistencia a la compresión en unidades adobes	243
Figura 54. Verificación de corte producido en unidades adobes	243
Figura 55. Ensayo de Resistencia a la compresión en pilas de adobes	244
Figura 56. Verificación de corte producido en compresión de pilas de adobes	244
Figura 57. Elaboración de muretes de adobes para ensayo de compresión diagonal	245
Figura 58. Ensayo realizado de corte diagonal en muretes	245
Figura 59. Ensayo de Resistencia a la tracción del mortero	246
Figura 60. Ensayo de Resistencia a la tracción del mortero	246

RESUMEN

Este trabajo investigó el comportamiento de los adobes comprimidos al ser modificados con cemento portland tipo IP y un aditivo conocido como estabilizador Z, utilizando suelo proveniente del distrito de San Jerónimo, en Cusco. Para ello, se realizaron ensayos de laboratorio que incluyeron el análisis de las características del suelo y pruebas específicas como absorción de agua, succión capilar, resistencia a la erosión, compresión axial, compresión en pilas, esfuerzo diagonal en muros y tracción del mortero.

Después de un proceso de curado de 28 días, se fabricaron 704 unidades de adobe, agrupadas en once categorías. Entre ellas: 64 unidades de adobe tradicional, 64 de adobe comprimido sin aditivos, 64 con 5 % de estabilizador Z, 64 con 10 % de estabilizador Z, 64 con 2 % de cemento Portland tipo IP, 64 con 4 % de este mismo cemento, y un conjunto de 320 unidades que combinaban diferentes proporciones de ambos aditivos.

Los resultados revelaron que todos los adobes tratados con cemento portland tipo Ip y estabilizador Z superaron la resistencia mínima exigida de 10.2 kgf/cm², lo que los hace adecuados para construcciones en tierra. Además, la prueba de erosión acelerada Swinburne (SAET) arrojó niveles muy bajos de desgaste superficial, especialmente en las combinaciones más eficientes. En cuanto a la absorción y la succión de humedad, los adobes estabilizados mostraron una notable mejora en su capacidad de impermeabilización frente a los adobes convencionales, lo cual indica una vida útil mayor y una menor susceptibilidad a la humedad. Destacó especialmente la mezcla con 10 % de estabilizador Z y 4 % de cemento Portland tipo IP, que ofreció el mejor desempeño general.

Palabras clave: cemento portland tipo IP, estabilizador Z, adobe comprimido, ensayos de laboratorio

ABSTRACT

This study investigated the behavior of compressed adobe bricks when modified with IP-type Portland cement and an additive known as Z-stabilizer, using soil from the San Jerónimo district of Cusco. Laboratory tests were conducted, including analysis of soil characteristics and specific tests such as water absorption, capillary suction, erosion resistance, axial compression, pile compression, diagonal stress in walls, and mortar tensile strength.

After a 28-day curing process, 704 adobe units were manufactured, grouped into eleven categories. These included: 64 units of traditional adobe, 64 compressed adobe without additives, 64 with 5% Z-stabilizer, 64 with 10% Z-stabilizer, 64 with 2% IP-type Portland cement, 64 with 4% of the same cement, and a set of 320 units that combined different proportions of both additives. The results revealed that all adobes treated with Type IP Portland cement and Z stabilizer exceeded the minimum required strength of 10.2 kgf/cm², making them suitable for earthwork construction. Furthermore, the Swinburne Accelerated Weathering Test (SAET) showed very low levels of surface wear, especially in the most efficient combinations. Regarding moisture absorption and suction, the stabilized adobes showed a significant improvement in their waterproofing capacity compared to conventional adobes, indicating a longer service life and lower susceptibility to moisture. The mixture with 10% Z stabilizer and 4% Type IP Portland cement stood out, offering the best overall performance.

Keywords: Type IP Portland cement, Z stabilizer, compressed adobe, laboratory tests

INTRODUCCIÓN

El adobe ha sido empleado como material de construcción tradicional en muchas regiones del mundo y, en el caso del Perú, continúa siendo esencial en la edificación popular de zonas rurales. Este material, conformado principalmente por una mezcla de tierra, agua y elementos orgánicos como la paja, es valorado por su capacidad térmica, ya que permite mantener interiores frescos durante el día y cálidos por la noche. A pesar de sus ventajas en términos de bajo costo, disponibilidad y respeto al medio ambiente, el adobe presenta deficiencias importantes, sobre todo en lugares expuestos a lluvias intensas o condiciones climáticas adversas. Su vulnerabilidad frente a la humedad y la erosión ha motivado una creciente búsqueda de métodos y materiales que fortalezcan sus propiedades físicas y mecánicas.

En el distrito cusqueño de San Jerónimo, el uso del adobe en la construcción de viviendas es común, reflejando una herencia arquitectónica ancestral. Sin embargo, factores como las precipitaciones intensas y las inundaciones han puesto en evidencia la urgente necesidad de mejorar la resistencia del adobe frente a tales condiciones. Ante esta problemática, se plantea como alternativa el uso de aditivos como el estabilizante (Z) combinado con cemento Portland tipo IP en la fabricación de adobe comprimido, con el fin de incrementar su durabilidad frente a la humedad, la erosión y la carga compresiva.

El objetivo de esta investigación es analizar cómo influyen ciertos aditivos en las características físicas y mecánicas del adobe comprimido elaborado con suelos del distrito de San Jerónimo. En particular, se examina el efecto del estabilizador Z y del cemento Portland tipo IP sobre propiedades clave como la absorción de agua, la succión capilar, la resistencia a la erosión y la capacidad de soportar cargas de compresión. A través de pruebas experimentales, el estudio busca contribuir al desarrollo de un material de construcción más duradero y sostenible, pensado especialmente para mejorar la calidad de las viviendas rurales. Esta iniciativa no solo aspira a elevar el nivel de seguridad y confort en las comunidades locales, sino que también podría ofrecer soluciones replicables en otras zonas del país que enfrentan desafíos similares debido a la vulnerabilidad de sus construcciones tradicionales.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En el distrito de San Jerónimo, ubicado en la región Cusco, el adobe continúa siendo el principal material utilizado en la construcción de viviendas, sobre todo en las zonas rurales, debido a su disponibilidad local y su profunda vinculación con las tradiciones culturales. No obstante, a pesar de sus cualidades históricamente valoradas, las construcciones hechas con adobe enfrentan serias dificultades, especialmente por su escasa resistencia ante condiciones ambientales adversas, como la humedad y las lluvias intensas, que afectan negativamente sus características físicas y mecánicas. Esta situación representa un riesgo potencial tanto para la integridad estructural de las viviendas como para la seguridad de quienes las habitan.

El adobe, que se elabora tradicionalmente a partir de una mezcla de tierra, paja, agua y en ocasiones cal, es apreciado por su capacidad para mantener un ambiente interior confortable. Sin embargo, cuando estas construcciones se exponen de manera prolongada a la humedad y las precipitaciones, el material tiende a deteriorarse con rapidez, debilitando la estructura y comprometiendo su estabilidad. Por ello, se vuelve imprescindible aplicar métodos de mejora que refuercen la resistencia del adobe frente a estos factores climáticos adversos.

A pesar de los avances globales en el uso de aditivos para fortalecer la durabilidad del adobe, en el contexto local persisten técnicas de fabricación tradicionales que no han evolucionado sustancialmente. La falta de formación técnica y el uso de métodos empíricos en la producción de adobes contribuyen a que las construcciones sean susceptibles a daños por agua, lo cual genera problemas significativos en la seguridad de las viviendas.

Investigaciones previas (1) sobre la vulnerabilidad sísmica de viviendas de adobe, señalan que la falta de impermeabilización y refuerzo estructural en las viviendas de adobe las hace susceptibles al colapso bajo condiciones de humedad intensa. Este deterioro afecta no solo a la estructura de las viviendas, sino también a la seguridad de las personas que habitan estas construcciones.

La presente investigación plantea optimizar las características del adobe a través de la incorporación del aditivo estabilizador (Z) y cemento Portland tipo IP, con el propósito de incrementar su resistencia a la compresión, reducir su absorción de agua y mejorar su comportamiento frente a la erosión. Estas mejoras buscan evitar el deterioro prematuro de las viviendas, particularmente en zonas como San Jerónimo, donde las precipitaciones intensas y la alta humedad representan un desafío constante para las construcciones tradicionales.

El objetivo del estudio es analizar los efectos de dichos aditivos en adobes comprimidos, evaluando su eficacia en el fortalecimiento de las propiedades físicas y mecánicas del material. Esto resulta crucial para mejorar la seguridad estructural y la vida útil de las viviendas elaboradas con adobe. La investigación propone un enfoque que equilibra la conservación del valor cultural asociado al uso del adobe con la aplicación de soluciones técnicas contemporáneas que permitan edificar estructuras más resistentes y seguras ante condiciones climáticas extremas propias de la región.

En definitiva, la fragilidad de las edificaciones de adobe frente a la humedad y las lluvias abundantes resalta la necesidad apremiante de perfeccionar las técnicas constructivas tradicionales, asegurando así tanto la protección de los habitantes como la preservación del patrimonio cultural que representa este ancestral material de construcción.

1.1.1. Problema general

¿En qué medida influye el Estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) en las propiedades físico mecánicas del adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024?

1.1.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál es el impacto del estabilizador (Z) y del cemento portland (tipo IP) en la absorción de agua del adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024?
2. ¿Cómo inciden el estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) en la succión de agua del adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024?
3. ¿Qué efecto tienen el estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) sobre la resistencia a la erosión acelerada del adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024?
4. ¿Qué repercusión tienen el estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) en la resistencia a la compresión del adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024?
5. ¿Cómo repercuten el estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) en la resistencia a la compresión en pilas de adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024?
6. ¿De qué manera inciden el estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) en la resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe comprimido elaborados con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024?

7. ¿Cuál es el impacto del estabilizador (Z) y del cemento portland (tipo IP) en la resistencia a la tracción del mortero elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024?
8. ¿Qué impacto tiene el uso del estabilizador (Z) y del cemento portland (tipo IP) en los costos unitarios de producción del adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Determinar la influencia del estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) en las propiedades físico mecánicas del adobe comprimido elaborado con el suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024

1.2.2. Objetivos específicos

1. Analizar el impacto del estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) en la absorción de agua del adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.
2. Establecer la incidencia del estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) en la succión de agua del adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.
3. Determinar el efecto del estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) en la resistencia a la erosión acelerada del adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.
4. Identificar la repercusión del estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) en la resistencia a la compresión del adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.
5. Analizar la repercusión del estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) en la resistencia a la compresión en pilas de adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.
6. Establecer la incidencia del estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) en la resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe comprimido elaborados con el suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.
7. Identificar el impacto del estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) en la resistencia a la tracción del mortero elaborado con el suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.

8. Evaluar el impacto del uso del estabilizador (Z) y del cemento portland (tipo IP) en los costos unitarios de producción del adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.3.1. Justificación técnica

La mejora del adobe tradicional mediante la suma de cemento portland (tipo IP) y estabilizador (Z) busca reforzar su resistencia y durabilidad, especialmente en zonas con alta humedad como el distrito de San Jerónimo en la ciudad de Cusco. Si bien el adobe ha sido un material ampliamente usado en viviendas rurales, presenta debilidades frente a la humedad y limitaciones estructurales.

La incorporación de estos aditivos y la compresión del material permiten aumentar su resistencia mecánica, reducir la absorción de agua y mejorar su comportamiento frente a la erosión. Esto se logra al densificar su estructura y sellar sus poros, reduciendo así su vulnerabilidad a la intemperie.

Este estudio plantea una alternativa técnica y sostenible, al optimizar un material local sin abandonar las técnicas tradicionales, mejorando la seguridad y comodidad en las construcciones de tierra.

1.3.2. Justificación económica

El empleo de adobe mejorado con cemento portland tipo IP y el estabilizador (Z) constituye una opción constructiva accesible y rentable para viviendas en áreas rurales, como el distrito de San Jerónimo, Cusco. A diferencia de materiales industrializados, cuya adquisición e instalación suelen implicar altos costos, el adobe permite aprovechar recursos locales de bajo costo. La incorporación de aditivos, si bien supone una inversión inicial adicional, incrementa significativamente la durabilidad del material, reduciendo los gastos en mantenimiento y reparación a mediano y largo plazo. Además, la producción de adobe comprimido estabilizado puede realizarse con equipos manuales de bajo costo, facilitando su implementación en comunidades con recursos limitados. Este enfoque permite mejorar la calidad de la construcción sin elevar significativamente el presupuesto, convirtiéndolo en una solución accesible y eficiente para el desarrollo de viviendas sociales en contextos económicamente vulnerables.

1.3.3. Justificación ambiental

La propuesta de estabilizar el adobe utilizando cemento Portland tipo IP y el aditivo estabilizador (Z) también genera beneficios ambientales, ya que fomenta el uso de materiales sostenibles y de origen local. El adobe es un material natural, no tóxico

y de bajo impacto ambiental, cuya fabricación requiere menos energía en comparación con materiales convencionales como el ladrillo cocido o el concreto. Al reducir el transporte de materiales industriales, se disminuye también la huella de carbono asociada al proceso constructivo.

La durabilidad que se logra con los aditivos propuestos prolonga la vida útil de las edificaciones, lo que significa menor generación de residuos y menor consumo de recursos a largo plazo. Además, el uso del adobe contribuye a un mejor comportamiento térmico de las viviendas y a reducir el consumo de energía en climatización. En conjunto, esta técnica favorece la construcción responsable con el medio ambiente, alineándose con principios de desarrollo sostenible y arquitectura ecológica.

1.4. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

1.4.1. Delimitación temática

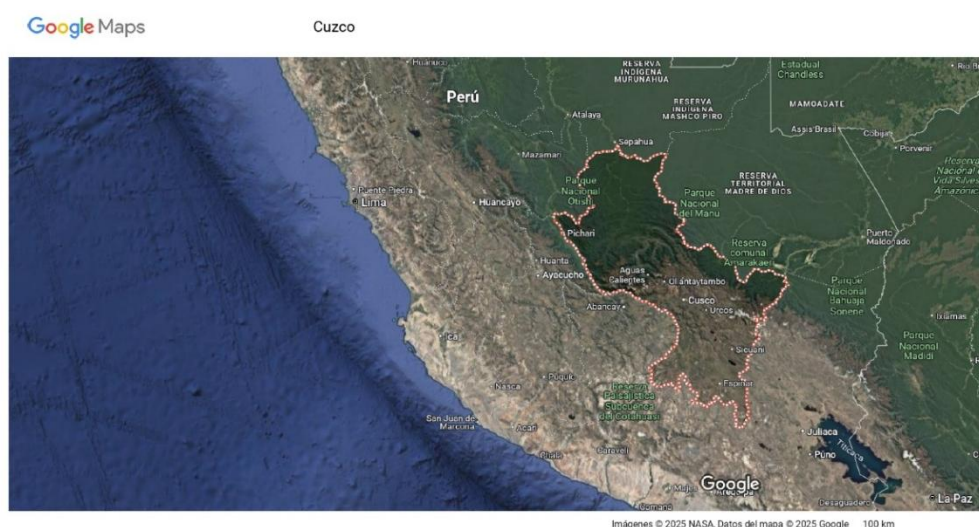
El estudio se enfoca en evaluar cómo influyen el estabilizador (Z) y el cemento Portland tipo IP en las propiedades físicas y mecánicas del adobe comprimido elaborado con suelos provenientes del distrito de San Jerónimo, Cusco.

1.4.2. Delimitación espacial

La investigación se llevará a cabo en el distrito de San Jerónimo, ubicado en la región Cusco, Perú. Teniendo en cuenta:

- **Ubicación geográfica específica:** San Jerónimo, Cusco.

Figura 1. Departamento de Cusco



Fuente: Google Earth

Nota: El **departamento del Cusco** está ubicado en la sierra sur del Perú, con altitudes entre 500 y 4,800 m. s. n. m. Presenta clima variado y suelos de origen aluvial y volcánico. Es una región de gran riqueza cultural, arqueológica y turística, con la ciudad del Cusco como capital histórica y económica.

Figura 2. Distrito de San Jerónimo



Fuente: Google Earth

Nota: El **distrito de San Jerónimo**, ubicado al sureste de Cusco a 3,244 m. s. n. m. Tiene clima templado y suelos franco-arcillosos. Combina áreas urbanas y agrícolas, siendo una zona en crecimiento urbano y educativo.

- **Contexto climático:** Zona con lluvias frecuentes y prolongadas, lo cual es relevante, porque afecta directamente la durabilidad del adobe.
- **Entorno rural:** La investigación está orientada a mejorar las viviendas de adobe típicas de zonas rurales del distrito.
- **Relevancia local:** El estudio responde a una necesidad concreta de la comunidad local, donde el adobe sigue siendo un material de construcción tradicional y muy utilizado.

1.4.3. Delimitación temporal del estudio

La investigación se llevó a cabo a lo largo del año 2024, incluyendo el proceso de preparación, secado por 28 días de los adobes comprimidos, y la ejecución de los ensayos de laboratorio.

Esta información permite ubicar la investigación en un marco temporal concreto, clave para la validez de los resultados y su reproducibilidad.

1.4.4. Delimitación poblacional

La delimitación poblacional comprende al distrito de San Jerónimo, donde el uso del adobe en la construcción es una práctica habitual, y cuyos habitantes serán los principales beneficiarios de los resultados, enfocados en mejorar la calidad, resistencia y seguridad de las viviendas en esta zona.

1.4.5. Cantera

El suelo arcilloso, utilizado en esta investigación, fue extraído de una cantera local ubicada en sector de Pillao Matao del distrito de San Jerónimo, Cusco. Esta cantera fue seleccionada por su proximidad a las zonas de producción de adobe y por la calidad de su suelo, clasificado como arcilloso limoso con buena cohesión, características adecuadas para la elaboración de adobes comprimidos. La ubicación cuenta con fácil acceso vehicular, lo cual facilita el transporte del material y su aplicación en contextos constructivos rurales. Las coordenadas aproximadas del sitio son 186374.00 m E, 8499833.00 m S.

Figura 3. Cantera de Pillao Matao



Fuente: Google Earth

Nota: Una **cantera de tierra para adobes** es una zona de extracción superficial, donde se obtiene suelo arcilloso, franco o limoso, apto para la fabricación de adobes. Estas canteras suelen ubicarse en terrenos con buena cohesión natural, bajo contenido orgánico y granulometría adecuada para el moldeado y secado del adobe sin aditivos inicia.

1.4.6. Normas

Técnicamente, se aplicaron metodologías basadas en normas nacionales e internacionales para evaluar las propiedades del adobe. La Norma Técnica Peruana E.080 establece los requisitos para construcciones con tierra reforzada, mientras que la

NTP E.070 regula aspectos de albañilería que complementan la caracterización estructural. La NTP 399.604:2002 y la NTP 399.613:2003 proporcionan los procedimientos para determinar la absorción de agua y otras propiedades físicas del adobe. Asimismo, la norma internacional UNE 41410:2008 fue utilizada para evaluar la resistencia a la erosión acelerada del material.

El aporte de este trabajo de investigación es el desarrollo de un adobe mejorado mediante estabilización, lo cual garantiza un notable incremento en sus propiedades físicas y mecánicas, haciéndolo más resistente y durable frente a agentes ambientales.

1.5. HIPÓTESIS Y VARIABLES

1.5.1. Hipótesis general

La incorporación del estabilizador (Z) y del cemento portland (tipo IP) en la elaboración de adobe comprimido, utilizando suelo del distrito de San Jerónimo, Cusco, mejora las propiedades físico-mecánicas del adobe comprimido con el suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.

1.5.2. Hipótesis específicas

1. El estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) tienen un impacto en la capacidad de absorción de agua del adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.
2. El estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) afectan la succión capilar del adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.
3. El estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) influyen en la resistencia a la erosión acelerada del adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.
4. El estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) aumentan la resistencia a la compresión del adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.
5. El estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) mejoran la resistencia a la compresión en pilas de adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.
6. El estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) optimizan la resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.

7. El estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) incrementan la resistencia a la tracción del mortero elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.
8. El uso del estabilizador (Z) y del cemento portland (tipo IP) genera un aumento en los costos unitarios de producción del adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.

1.6. VARIABLES

Variables independientes

- Estabilizador (Z)
- Cemento portland (tipo IP)

Variables dependientes

- Propiedades físicas del adobe
- Propiedades mecánicas del adobe
- Costo de producción del adobe

1.6.1. Operacionalización de variables

Tabla 1. Matriz de operacionalización

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN				
Influencia del estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) en las propiedades físicas y mecánicas del adobe comprimido en el distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024				
Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Instrumentos de investigación
Independientes Estabilizador (Z)	La proporción del estabilizador será con relación a la cantidad de agua.	Volumen	ml	Fichas de observación
		Porcentaje	%	Fichas de observación
Independientes Cemento portland (tipo IP)	La proporción de cemento, será con relación a la cantidad de tierra.	Peso	gr	Fichas de observación
		Porcentaje	%	Fichas de observación
Dependientes Propiedades físicas del adobe	Absorción	Peso del agua absorbida	gr	Fichas de observación
	Succión	Peso del agua succionada por capilaridad	gr	Fichas de observación
	Resistencia a la erosión	Profundidad de la oquedad	mm	Fichas de observación
Dependientes Propiedades mecánicas del adobe.	Resistencia a la compresión uniaxial	Resistencia a la compresión del adobe	(kgf/cm ²)	Fichas de observación
	Resistencia a la compresión en pilas	Resistencia a la compresión en pilas	(kgf/cm ²)	Fichas de observación
	Resistencia a la compresión en muretes	Resistencia a la compresión en muretes	(kgf/cm ²)	Fichas de observación
	Resistencia a la tracción del mortero	Resistencia a la tracción del mortero	(kgf/cm ²)	Fichas de observación
Dependientes Costo del adobe	Análisis de costos unitarios	Costos unitarios	s/.	Fichas de análisis de costos unitarios

Fuente: Elaboración propia

Nota: La matriz de operacionalización establece las variables del estudio, identificando al estabilizador (Z) y al cemento portland tipo IP como variables independientes, cuyos efectos se analizan sobre las propiedades físicas, mecánicas y el costo del adobe comprimido. Los indicadores se cuantifican a través de unidades específicas utilizando fichas de observación y análisis económico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes nacionales

ROJAS, Molina, en su investigación sobre ladrillos de tierra comprimida estabilizados con cemento, se propuso evaluar tanto sus características físicas como mecánicas mediante un enfoque científico basado en observación, experimentación, medición y análisis de datos obtenidos en campo. Se trabajó con mezclas que contenían porcentajes de cemento del 0 %, 5 %, 8 %, 12 %, 15 % y 18 %, sin realizar pruebas que pudieran impactar negativamente la biodiversidad. Los bloques con contenidos de cemento entre el 5 % y el 18 % mostraron una considerable mejora en su resistencia a la compresión después de 28 días de curados, alcanzando valores de 29.61, 33.39, 40.96, 52.90 y 60.45 kg/cm², respectivamente. En cuanto a la resistencia a la flexión, los valores fluctuaron entre 27.97 y 41.95 kg/cm² en función de la proporción de cemento, mientras que la resistencia diagonal máxima en los muros varió entre 3.56 y 6.91 kg/cm². El estudio concluyó que las mezclas con 15 % y 18 % de cemento cumplen con los requisitos mínimos establecidos por la Norma Técnica E.080 para el diseño y construcción de ladrillos. Además, se determinó que la composición del material evaluado contenía un 93.3 % de arena y un 5.3 % de arcilla y limo, lo que favorece la absorción. Mientras que las pruebas físicas se realizaron con ladrillos que no cumplían con dicha norma, los ensayos mecánicos demostraron que los bloques sin estabilización no alcanzaban niveles de resistencia adecuados, a diferencia de los estabilizados con cemento, que evidenciaron una mejora significativa en cohesión y durabilidad. Las dimensiones de los bloques fueron 22.5 cm de largo, 11.5 cm de ancho y 9.5 cm de alto, cumpliendo con los parámetros de la Norma E.080 sobre estructuras reforzadas. Además, según la normativa E.070 sobre albañilería, los ladrillos con 15 % y 18 % de cemento presentan las propiedades mínimas necesarias para edificaciones de calidad. Al no requerir cocción, estos ladrillos comprimidos estabilizados se presentan como una alternativa resistente, ecológica y viable en el sector de la construcción. Los mejores desempeños mecánicos se lograron con las proporciones de 15 % y 18 % de cemento, superando considerablemente a los ladrillos sin estabilizar (2).

Cabrera y Huaynate, como parte de su investigación para optar por el título de Ingeniero Civil, realizaron un estudio titulado «Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones», cuyo

principal objetivo fue proponer alternativas efectivas para fortalecer las viviendas de adobe frente a los efectos erosivos causados por las frecuentes inundaciones en el país. En este contexto, desarrollaron tres soluciones para mitigar la alta susceptibilidad del adobe tradicional al contacto prolongado con el agua. La metodología utilizada fue de carácter comparativo-experimental, con el fin de evaluar la eficacia de las soluciones propuestas frente a una muestra estándar representativa de las técnicas constructivas convencionales. La primera propuesta (MC) consistió en sustituir la base inferior del muro de adobe por una capa de concreto simple, material con alta resistencia a la humedad. La segunda alternativa (ME) implicó la utilización de adobes estabilizados con cemento para reforzar la estructura interna del material. La tercera solución (MT) consistió en la aplicación de una capa protectora de yeso y cemento portland Tipo I sobre la superficie exterior del adobe. Para replicar condiciones de inundación reales y analizar el rendimiento de las distintas configuraciones, se llevaron a cabo pruebas de laboratorio que incluyeron ensayos de absorción, succión e inmersión total en paredes construidas con cada tipo de muestra. Los resultados obtenidos permitieron cuantificar el deterioro generado por la exposición al agua y evaluar la efectividad de las soluciones, demostrando que estas técnicas pueden ser implementadas como medidas viables para mejorar la durabilidad del adobe frente a inundaciones, un desafío recurrente en diversas zonas del Perú (3).

En el 2019, Rojas, llevó a cabo una investigación en la ciudad de Huánuco como parte de su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Su estudio se centró en el análisis del impacto del aditivo Duraseal en las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de adobe, con el objetivo principal de evaluar cómo la adición de Duraseal en concentraciones de 10 %, 15 % y 20 % podría mejorar estas características en comparación con el adobe tradicional. Entre los objetivos específicos se incluyó la mejora de la resistencia a la compresión, la reducción de la absorción de agua y un mejor desempeño frente a la saturación total, todo dentro de los parámetros establecidos por la normativa E.080. Para ello, se prepararon 105 muestras: 30 bloques estándar sin aditivos, 30 con un 10 % de Duraseal, 15 con un 15 % y 30 con un 20 %. Se realizaron diversas pruebas para cada grupo de muestras, siguiendo un diseño cuasi-experimental con enfoque cuantitativo y alcance descriptivo-explicativo. Los resultados más relevantes mostraron que, aunque el uso de Duraseal incrementó en un 2.53 % el porcentaje de absorción, también se logró una mejora significativa en la resistencia a la compresión. En particular, los bloques con un 20 % de Duraseal alcanzaron una resistencia promedio de 11.64 kg/cm², superior a los 9.45 kg/cm² de los bloques convencionales. Además, las unidades tratadas con Duraseal mostraron un mejor

comportamiento ante la saturación, experimentando menos deterioro por la exposición al agua en comparación con los adobes tradicionales. En conclusión, la adición de Duraseal resultó ser una alternativa efectiva para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del adobe, lo que lo hace más adecuado para aplicaciones constructivas que requieren mayor durabilidad (4).

2.1.2. Antecedentes locales

En el año 2023, Ccorimanya Usca llevó a cabo una investigación en el distrito de San Sebastián como parte de su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. El estudio tuvo como objetivo principal realizar una comparación de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de adobe compactado reforzados con cemento y aquellos tratados con el aditivo impermeabilizante Sika 1. La metodología aplicada fue experimental, de enfoque cuantitativo y con carácter descriptivo. Los resultados obtenidos mostraron que los adobes con cemento presentaron una resistencia promedio a la compresión de 13.11 kg/cm², mientras que aquellos tratados con Sika 1 alcanzaron un promedio superior de 16.02 kg/cm². Sin embargo, a pesar de la mayor resistencia a la compresión de los adobes con Sika 1, los bloques reforzados con cemento demostraron una mayor durabilidad estructural, particularmente en condiciones de erosión. Las pruebas de resistencia a la erosión, realizadas durante el estudio, indicaron que ambos tipos de bloques conservaron su integridad frente al impacto del agua, con una mínima formación de cavidades en sus superficies, lo que sugiere una reducción considerable en la pérdida de material. Estas observaciones fueron reflejadas en las gráficas del estudio, que mostraron una adecuada resistencia al desgaste, tanto en los adobes con cemento como en aquellos con Sika 1. Ambos materiales cumplieron con los estándares establecidos por la normativa técnica en cuanto a la tolerancia a la erosión. No obstante, los resultados apoyan la hipótesis principal de que los adobes con cemento ofrecen mejores propiedades físico-mecánicas en comparación con los tratados con Sika 1. Además, la investigación validó una de las sub-hipótesis, ya que se observó que el porcentaje de absorción fue ligeramente mayor en los adobes con cemento (12.80 %) en comparación con aquellos con Sika 1 (12.50 %). Esta diferencia, aunque pequeña, reafirma el impacto del tipo de aditivo utilizado en las características finales del adobe y su desempeño ante factores como la humedad (5).

En 2021, Vargas Saire, llevó a cabo una investigación en el distrito de San Jerónimo, Cusco, como parte de su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. El objetivo principal fue evaluar el impacto de la adición de cemento portland (tipo IP) en las propiedades físico-mecánicas del adobe andino, elaborado de manera artesanal y

compactado manualmente. Para lograr este fin, se realizaron tanto ensayos de campo como de laboratorio, iniciando con el análisis del suelo utilizado como materia prima, mediante técnicas como granulometría, pruebas de compactación Proctor y la determinación de los límites de plasticidad, entre otros. Posteriormente, se llevaron a cabo pruebas de compresión axial y de resistencia a la erosión por goteo, utilizando el método Swinburne SAET, tras un periodo de secado de 30 días de las unidades de adobe. La muestra estuvo compuesta por ochenta bloques: veinte de ellos con diferentes proporciones de cemento IP (4 %, 10 % y 16 %), y los restantes 60 sin aditivos. Los resultados obtenidos indicaron que los adobes con adición de cemento alcanzaron una resistencia mínima de 10.2 kgf/cm², cumpliendo con los parámetros requeridos para su utilización en estructuras de mampostería en suelos secos. Además, se observó que estos adobes mostraron una notable resistencia a la erosión por goteo, ya que las pruebas revelaron una baja formación de cavidades, lo que sugiere una mínima pérdida de material. En conclusión, el estudio corroboró que la combinación de cemento IP con el suelo clasificado como SC proporciona una base adecuada para la producción de adobes con buenas características estructurales y durabilidad frente a la erosión (6).

Del Castillo, En el año 2021, llevó a cabo una investigación experimental de enfoque cuantitativo y nivel descriptivo-aplicado, con el propósito de analizar el comportamiento físico y mecánico de unidades de adobe estabilizadas mediante la incorporación de cemento y fibras de celulosa derivadas del reciclaje de cartón, procesadas mediante técnicas de desfibrado y desmenuzado. El estudio se centró en el distrito de Huancarani, Cusco, y se estructuró mediante la comparación de distintas muestras: M1, M2 y M3, con una proporción constante de 2 % de cemento y variables de 10 %, 12 % y 14 % de celulosa reciclada, respectivamente, frente a una muestra patrón convencional elaborada con adición de paja (M4). Los resultados obtenidos evidenciaron que la muestra M1 alcanzó una mejora significativa del 68.68 % en su resistencia a compresión uniaxial, mientras que M3 registró un incremento del 8.65 % en su resistencia a flexión, en comparación con los valores mínimos establecidos por la Norma Técnica Peruana E.080. Se constató que, si bien el incremento del contenido de celulosa induce una disminución progresiva en la resistencia a la compresión, favorece considerablemente el comportamiento estructural ante esfuerzos de flexión. Adicionalmente, los ensayos de compresión diagonal reflejaron incrementos en la capacidad resistente entre 48 % y 128 %, y los análisis de absorción evidenciaron rangos entre 14 % y 22 %. Se observó también que las probetas tratadas con fibras celulósicas presentaron mayor retracción volumétrica en comparación con la muestra patrón. Estos resultados respaldan el potencial del uso de materiales reciclados como

refuerzo fibroso en la mejora de elementos de construcción sostenibles, promoviendo prácticas más ecológicas sin comprometer el desempeño mecánico de los adobes (7).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. El Adobe

Según lo señalado por Gama, el término "tierra reforzada" o "adobe" hace referencia a una mezcla compuesta principalmente por arcilla, limo y arena, a la que se suma un elemento más fino que contribuye a su cohesión. Este tipo de material se distingue por ser un ladrillo sin cocer, aunque también es común encontrarlo nombrado como "ladrillo de barro" o simplemente "adobe". Una de sus particularidades es su capacidad de actuar térmicamente, ya que absorbe y retiene el calor en sus paredes, especialmente durante los meses cálidos. Esta propiedad es especialmente notable en muros de gran espesor, de aproximadamente 30 centímetros, los cuales ofrecen un excelente desempeño térmico. (8).

Saroza sostiene que el adobe es un tipo de bloque constructivo elaborado a partir de una mezcla de suelo previamente seleccionado, combinando proporciones adecuadas de arcilla, arena, limo, ichu y agua. La relación entre arcilla y arena resulta fundamental: una cantidad insuficiente de arcilla impide una adecuada cohesión del material, mientras que un déficit de arena puede provocar la aparición de grietas durante el proceso de secado. Por su parte, el ichu una fibra vegetal cumple una función importante, ya que contribuye a minimizar los cambios de volumen del adobe, ayudando así a prevenir fisuras a medida que se seca. (9).

Tipos de adobes

1. Adobe andino

Se refiere a una técnica de construcción tradicional utilizada en la región de los Andes. Este tipo de adobe se caracteriza por su adaptación a las condiciones climáticas y geográficas de la zona andina, lo que incluye resistencia a la humedad y variaciones térmicas. El adobe andino es parte de un legado cultural y arquitectónico que ha sido transmitido a través de generaciones, y su uso sigue siendo relevante en la construcción de viviendas y edificaciones en muchas comunidades indígenas de América Latina (8). Se logra a través de la compactación, que disminuye significativamente la porosidad del ladrillo de tierra al aumentar los contactos entre los granos y aumenta la resistencia a la compresión de los bloques, así como su resistencia a la erosión y al daño del agua (8).

2. Adobe Estabilizado

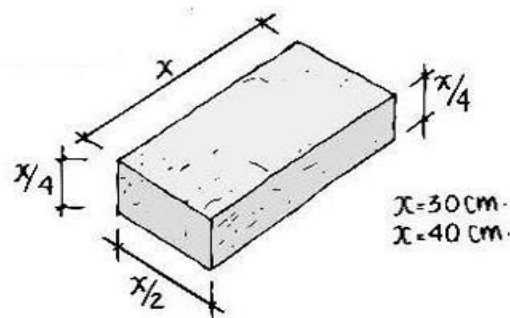
Se agrega cemento u otros materiales estabilizadores a la mezcla de adobe, lo que mejora su capacidad para soportar esfuerzos de compresión, flexión y su nivel de absorción de agua.

En ese sentido Tejaswini, indica que los bloques de barro estabilizado se están utilizando en todo el mundo para la construcción de edificios. Existe la necesidad de promover la concienciación de las tecnologías de construcción adecuadas en la sociedad civil y el sector privado. Las tecnologías adecuadas se refieren a materiales, métodos y prácticas que ayudan a proteger el medio ambiente natural. La inspiración de los valores y prácticas culturales de la zona hace uso de los recursos locales y contribuye al desarrollo económico local. Las estructuras de tierra son un material más respetuoso con el medio ambiente, de fácil acceso y asequible que ofrece un vínculo cultural habitual con la naturaleza. Además, trabajar con tierra es fácil de manejar y requiere menos habilidades. Esto anima y facilita que las personas y los grupos no cualificados participen en la construcción de viviendas de forma autosuficiente (10).

Dimensiones del adobe

El tamaño de los bloques de adobe utilizados en la edificación de muros puede variar considerablemente. Habitualmente, estos ladrillos tienen unas medidas aproximadas de 30 cm de largo, 15 cm de ancho y 8 cm de altura, aunque también es frecuente hallar versiones de mayor tamaño que pueden llegar a los 40 cm de largo, 20 cm de ancho y 10 cm de altura (11).

Figura 4. Dimensiones del adobe



Nota: Los bloques de adobe pueden tener forma cuadrada o rectangular, y cuando se unen en ángulos distintos de 90 grados, pueden adoptar formas especiales (11). En caso de adobes rectangulares, la longitud debe ser aproximadamente el doble del ancho, y la relación entre la longitud y la altura debe ser de al menos 4 a 1. Además, se recomienda que la altura sea mayor de 8 cm, siempre que sea posible (11).

2.2.2. Estabilizador Z

Cumple con la norma MTC 1109-2004 para estabilizadores químicos.

Definición

Producto líquido de color blanco con base en polímeros acrílicos, destinados a cohesionar las partículas de suelos en materiales de prestación (Afirmado) como en suelos naturales. Brinda un mayor tiempo de vida útil a las vías no asfaltadas, reduce la erosión en temporadas de lluvias y en temporadas secas reduce la polución y contaminación del medio ambiente. Cumple con la norma MTC 1109 – 2004 (12).

Ventajas

- Mejora la cohesión y compactación en materiales de prestación (Afirmado) y en suelos naturales (12).
- Brinda mayor tiempo de vida útil en las vías no pavimentadas (12).
- Evita la generación de polvo en las vías no pavimentadas (12).
- Evita la erosión por efectos de lluvias. Fácil preparación y aplicación (12).

Usos

- En la construcción de pavimentos rígidos o flexibles (12).
- En la construcción de vías no asfaltadas (12).
- En el mejoramiento de vías de suelo natural (12).
- En aplicaciones superficiales como supresor de polvo (12).
- En zonas de estacionamiento que no contemplen losa de concreto o carpeta asfáltica (12).

Aplicación

El producto debe mezclarse con el agua de preparación del material de prestación, en una proporción de 1:4 (Estabilizador Z con polímeros: agua) (12).

- Adicionar la mezcla antes preparada en partes, brindar los tiempos establecidos de mezclado con el material de afirmado o suelo natural, hasta alcanzar una homogeneidad de la humedad en toda la mezcla (12).
- Cargar a los camiones que transportaran el material hasta la zona de trabajo (12).
- Vaciar, extender el material con una motoniveladora, para luego realizar su proceso de compactación con rodillo (12).
- Material de afirmado o suelo natural (12).

Como supresor de polvo

- Preparar la mezcla de ESTABILIZADOR Z CON POLIMEROS con agua en una proporción de 1:4 puede ser en volumen o en peso (12).
- Brindar los tiempos adecuados para que se mezclen ambos líquidos hasta conseguir una mezcla homogénea, libre de segregación o sedimentación (12).
- Cargar toda la mezcla preparada a un camión cisterna que realice el regado en la vía o zona en que se quiere suprimir el polvo (12).
- Aplicar el producto mediante el camión cisterna en 2 etapas para garantizar que el producto cubra por completo la zona que se desea mejorar (12).

Envases

- Balde por 1 galón (13)
- Balde por 5 galones (13)
- Cilindro por 55 galones (13)
- Ficha técnica (13)

2.2.3. Cemento portland (tipo IP)

Definición

El cemento Portland tipo IP es un cemento hidráulico compuesto que contiene una mezcla de clinker Portland y una proporción de puzolana natural, generalmente entre 15 % y 40 %. La puzolana, al reaccionar con el hidróxido de calcio liberado durante la hidratación del cemento, mejora la durabilidad, reduce la permeabilidad y aumenta la resistencia química del material endurecido. Es adecuada para construcciones expuestas a ambientes agresivos, como suelos sulfatados o humedad constante (14).

Composición Química del cemento

La composición química del cemento Portland tipo IP, que incluye puzolana, está basada en los componentes principales del clinker Portland más los compuestos de la puzolana natural. Los principales compuestos químicos del cemento Portland son (14):

Tabla 2. Composición química del cemento

Composición química típica del cemento Portland tipo IP:		
Componente	Símbolo	Rango aproximado (%)
Silicato tricálcico	C_3S ($3CaO \cdot SiO_2$)	45 – 60 %
Silicato bicálcico	C_2S ($2CaO \cdot SiO_2$)	15 – 30 %
Aluminato tricálcico	C_3A ($3CaO \cdot Al_2O_3$)	6 – 12 %
Ferrito aluminato tetracálcico	C_4AF ($4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$)	6 – 10 %
Óxido de calcio	CaO	60 – 67 %
Óxido de silicio	SiO_2	17 – 25 %
Óxido de aluminio	Al_2O_3	3 – 8 %
Óxido de hierro	Fe_2O_3	0.5 – 6 %
Óxido de magnesio	MgO	0.1 – 4 %
Anhídrido sulfúrico (yeso añadido)	SO_3	1 – 3 %
Material puzolánico (ceniza volcánica, etc.)	—	15 – 40 % (en tipo IP)

Nota: La proporción de puzolana en el cemento Portland tipo IP puede variar entre 15 % y 40 %, según la norma ASTM C595 y la NTP 334.082 (norma peruana) (14).

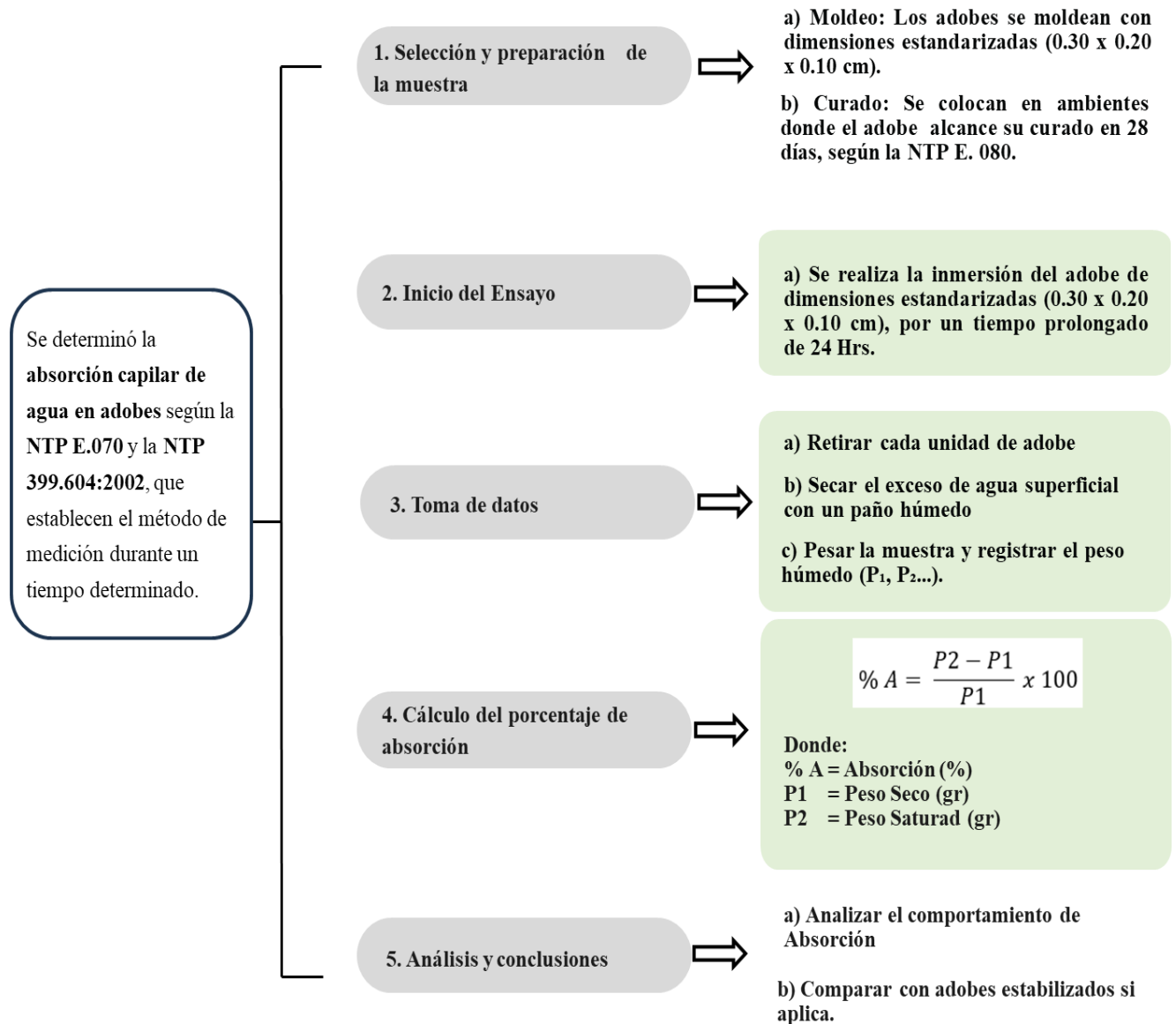
Cemento portland (tipo IP) como estabilizador

El cemento Portland tipo IP, al contener adiciones puzolánicas, actúa como un estabilizador eficaz al mezclarse con suelos, mejorando sus propiedades mecánicas y reduciendo su susceptibilidad a la humedad. Esta mezcla, conocida como suelo-cemento, genera una matriz endurecida que incrementa la resistencia y durabilidad del terreno tratado. (15)

2.2.4. ENSAYOS DE COMPORTAMIENTO FISICO DEL ADOBE

2.2.4.1. Absorción

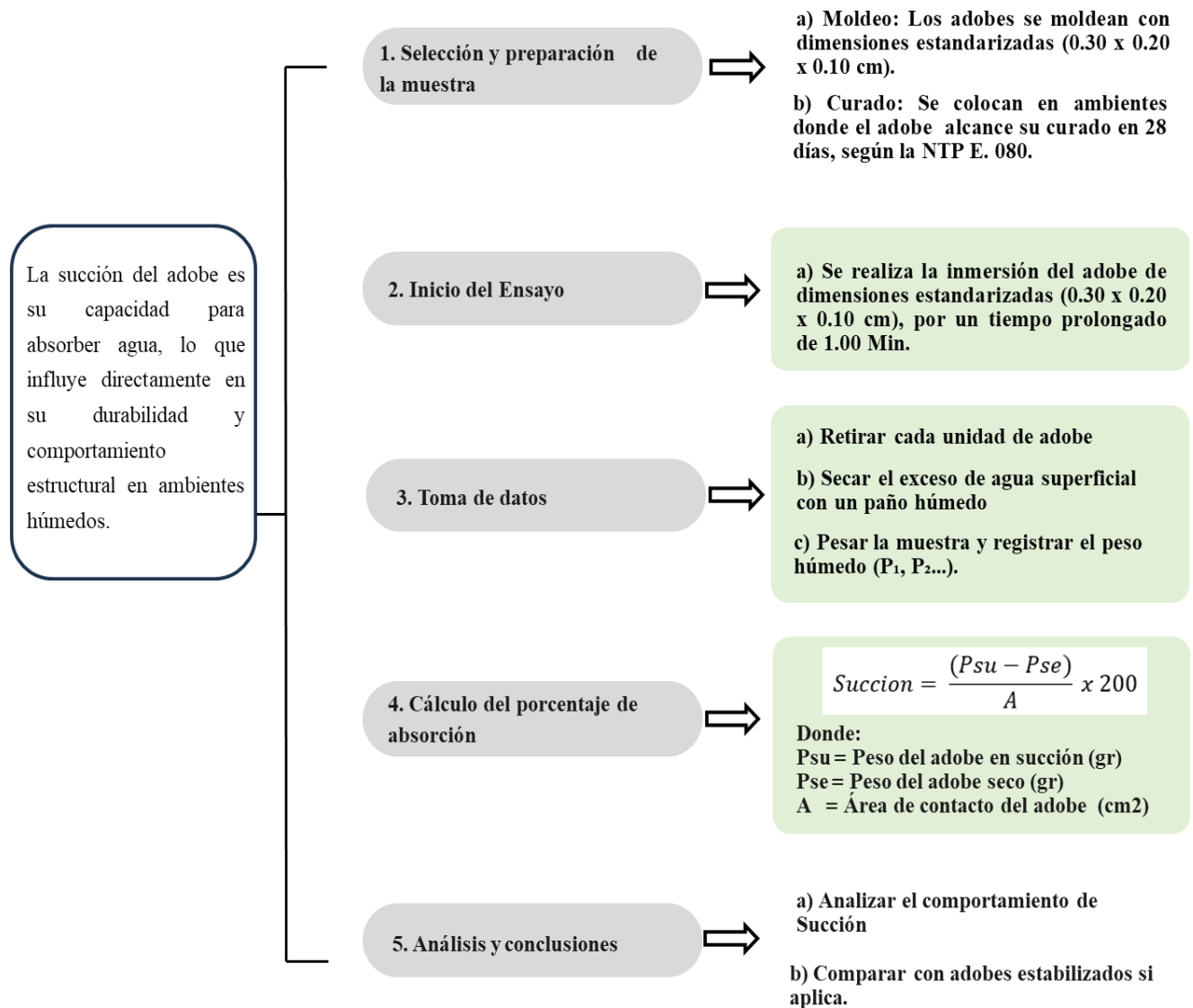
Figura 5. Proceso para efectuar el ensayo de absorción.



Nota: Adaptado a NTP E.070 y la NTP 399.604:2002, que establecen el método de medición durante un tiempo determinado.

2.2.4.2. Succión

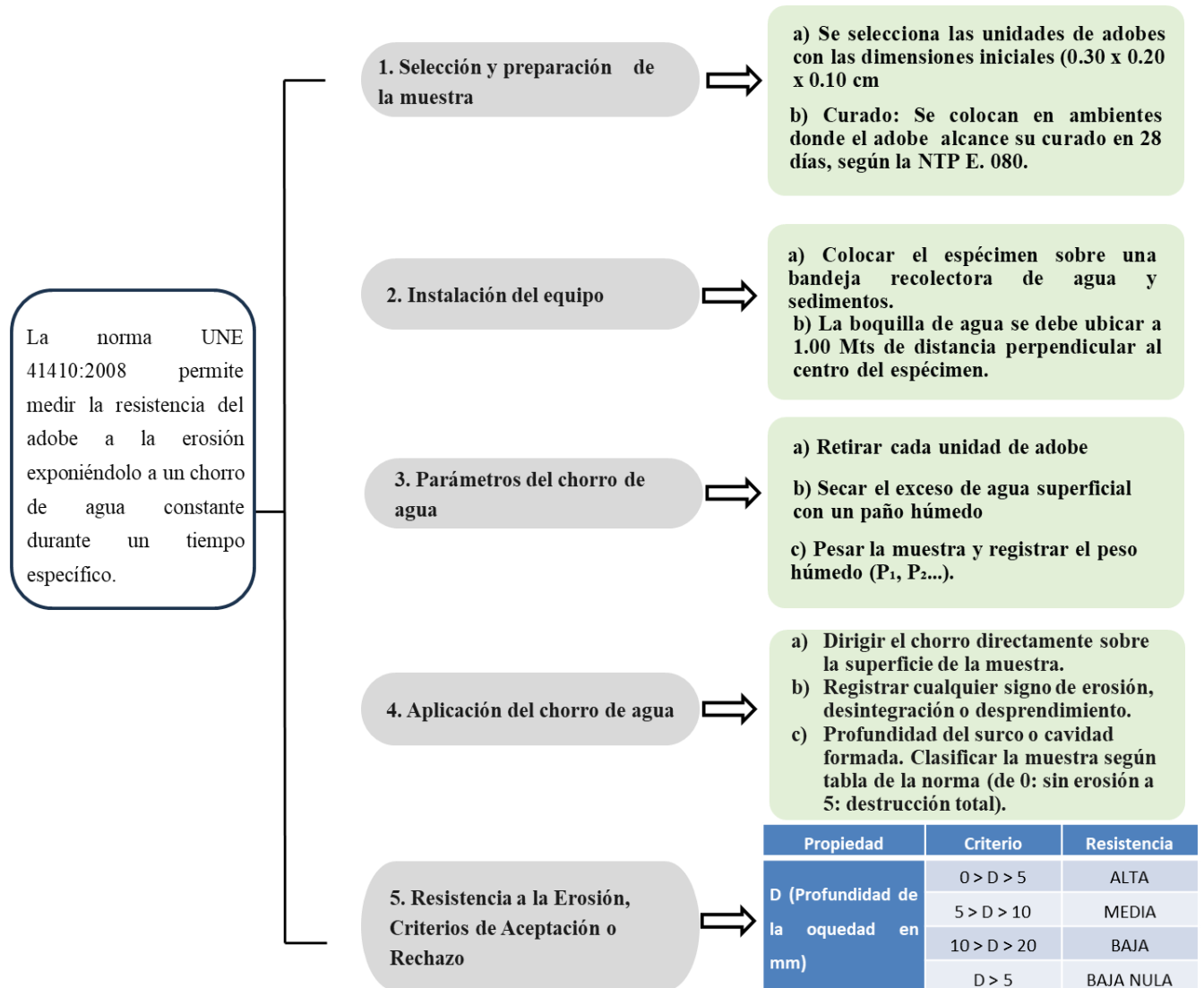
Figura 6. Procedimiento para realizar el ensayo de succión



Nota: Adaptado a la NT, E.080 que regula la construcción con tierra y, aunque no detalla ensayos de succión para adobe, establece lineamientos generales para asegurar su calidad y durabilidad.

2.2.4.3. Erosión Acelerada Swinburne (SAET)

Figura 7. Procedimiento para realizar La prueba de desgaste por erosión rápida.

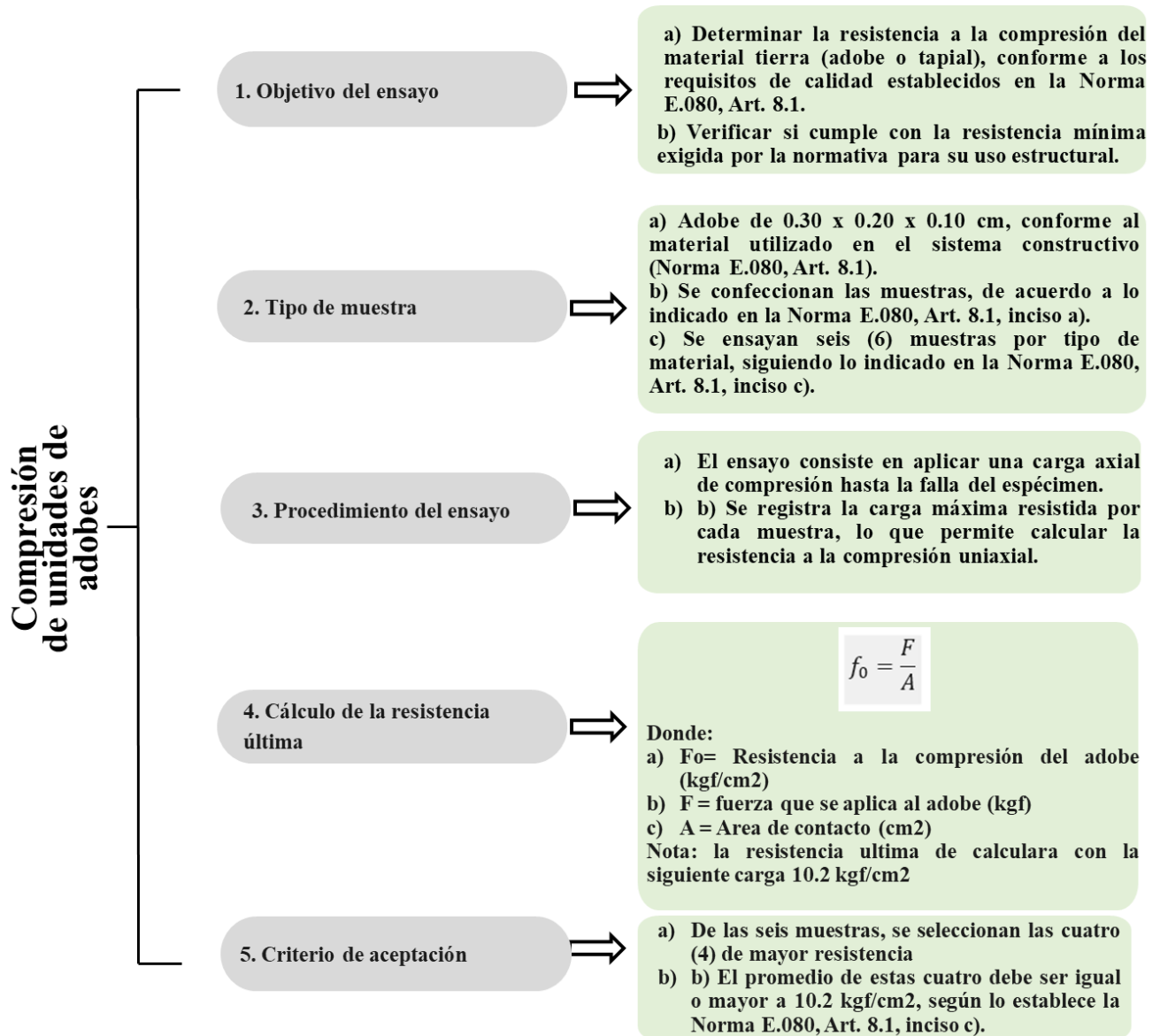


Nota: Adaptado al criterio UNE 41410:2008, que evalúa la resistencia del adobe a la erosión superficial aplicando un chorro de agua constante durante un tiempo definido.

2.2.5. ENSAYOS DE COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOBE

2.2.5.1. Resistencia a la compresión de unidades de adobes

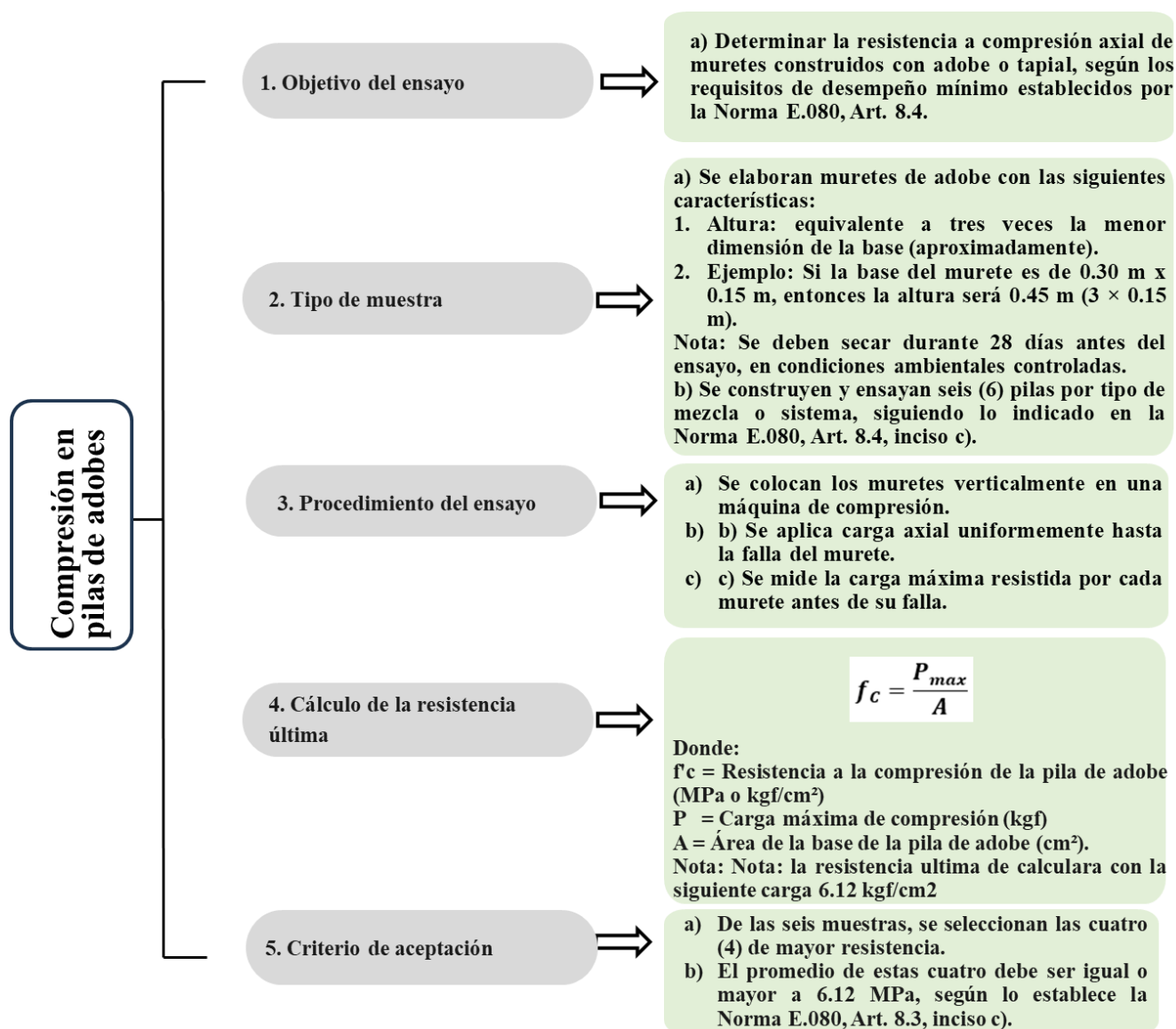
Figura 8. Procedimiento para realizar el ensayo de compresión



Nota: Adaptado al Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú — Norma Técnica E.080, Construcciones con Tierra, Artículo 8.1, para evaluar la resistencia a la compresión de unidades de tierra (adobe o tapial), garantizando que cumplan con los criterios mínimos de calidad estructural.

2.2.5.2. Resistencia a la compresión de pilas de adobe

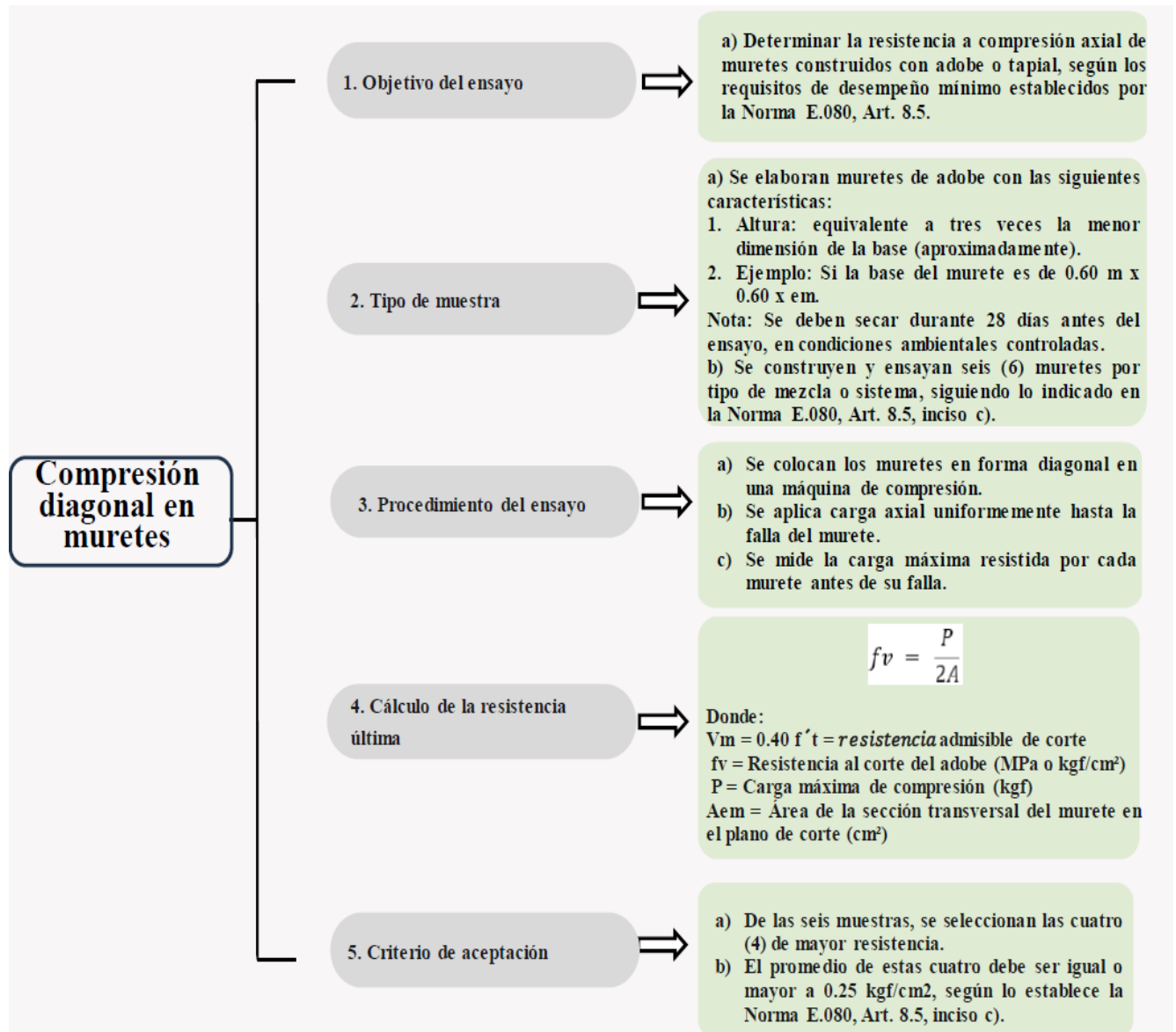
Figura 9. Procedimiento para realizar el ensayo de compresión en pilas de adobe



Nota: Adaptado conforme a lo establecido en la Norma Técnica E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones, en particular lo señalado en el Artículo 8.4, que regula el procedimiento para el ensayo de compresión en pilas de adobes.

2.2.5.3. Resistencia a la compresión diagonal para muretes de adobe

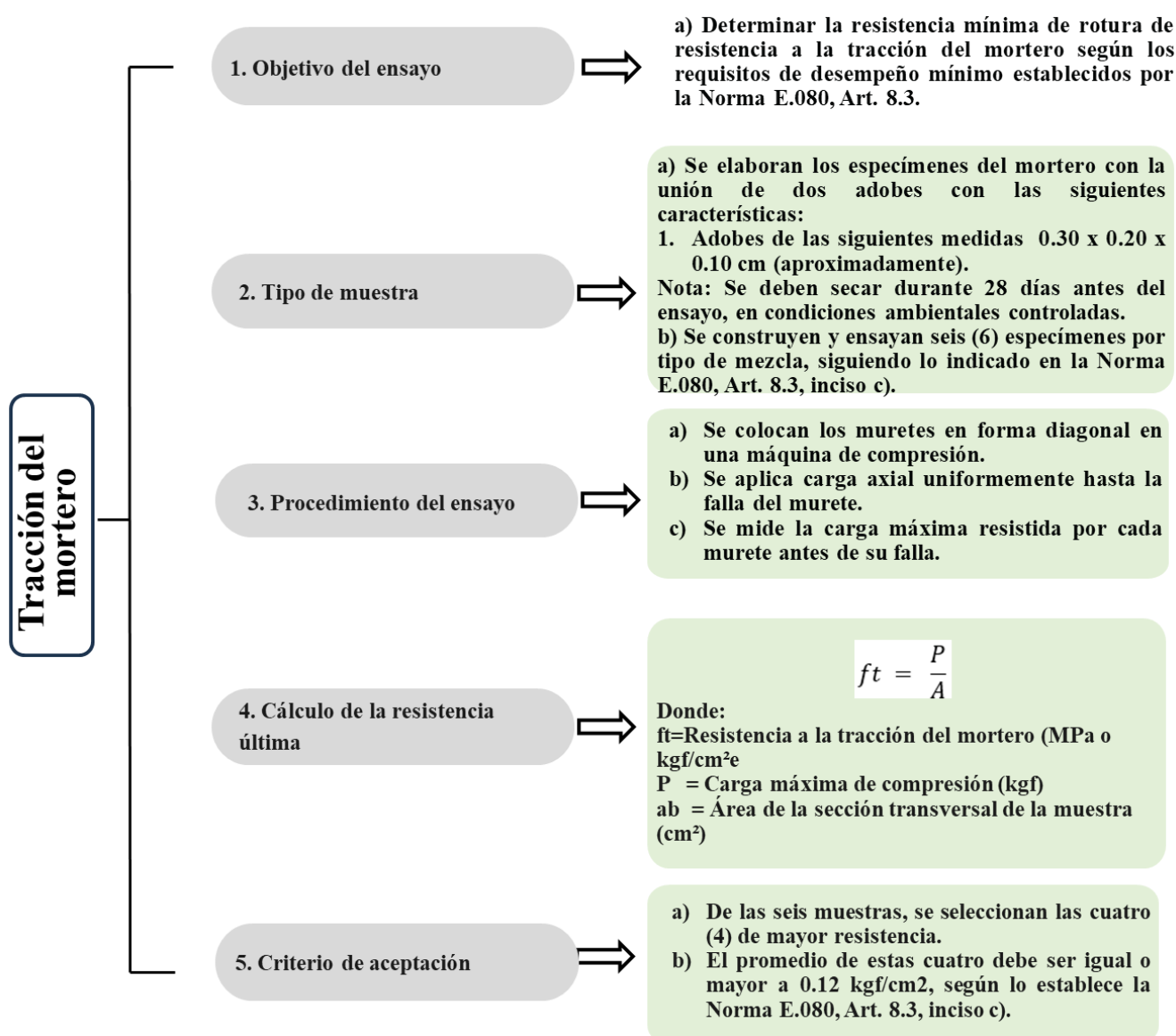
Figura 10. Proceso para ejecutar el ensayo de esfuerzo diagonal en muretes de adobe



Nota: Adaptado conforme a lo dispuesto en la normativa vigente para el ensayo de compresión diagonal en muretes de adobe, según lo establecido en el Artículo 8.5 de la Norma Técnica E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

2.2.5.4. Resistencia a la tracción del mortero

Figura 11. Procedimiento para realizar el ensayo de tracción de mortero



Nota: Adecuado a los lineamientos establecidos para el ensayo de tracción del mortero, conforme a lo señalado en el Artículo 8.3 de la Norma Técnica E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

2.2.6. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Descripción:

1. Determinación de materiales y cantidades

Se identifican los insumos requeridos para cada tipo de adobe.

- El adobe tradicional emplea principalmente tierra, agua y paja.
- El adobe mejorado incluye aditivos como cemento portland (tipo IP) y estabilizador Z, además del suelo.

2. Rendimiento y mano de obra

Se establecen los tiempos y recursos humanos necesarios por unidad producida, considerando actividades como preparación del suelo, mezcla, moldeado, desmoldeo y secado.

3. Cálculo del costo por unidad

Se calculan los costos parciales y totales por unidad de adobe o por volumen, considerando:

- Materiales (según cantidad y precio local)
- Mano de obra (tarifas diarias u horarias)
- Herramientas y equipos
- Costos indirectos (transporte, agua, otros)

4. Comparación económica

Finalmente, se realiza la comparación entre ambos tipos de adobe, identificando el porcentaje de incremento de costos en el adobe mejorado y evaluando su rentabilidad frente a sus ventajas técnicas.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. MÉTODO, TIPO O ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Método de la investigación

La presente investigación sigue un enfoque cuantitativo, dado que busca analizar, medir y establecer relaciones entre las variables involucradas: el estabilizador (Z), el cemento portland (tipo IP) y las propiedades físicas y mecánicas del adobe comprimido.

Un enfoque cuantitativo es aquel que permite la recolección y el análisis de datos numéricos, con el fin de probar hipótesis o responder preguntas de investigación basadas en variables específicas y medibles (16).

En este caso, se utilizará un diseño experimental, en el cual se someterán muestras de adobe comprimido a diferentes tratamientos con estabilizador (Z) y cemento portland (tipo IP), y se medirán diversas propiedades físicas y mecánicas.

3.1.2. Tipo de investigación

Este estudio se enmarca dentro de la investigación aplicada, ya que parte de fundamentos teóricos y normativos establecidos en la investigación básica, específicamente en lo referente al diseño y construcción con tierra reforzada. Su objetivo principal fue trasladar estos conocimientos al ámbito práctico, buscando soluciones que optimicen y mejoren los procesos constructivos relacionados con el uso del adobe. A través de este enfoque, se pretendió no solo validar la aplicabilidad de estos lineamientos en contextos reales, sino también contribuir al desarrollo de técnicas más eficientes y sostenibles en la edificación con materiales tradicionales.

El método científico es una técnica de investigación empleada principalmente para generar nuevo conocimiento en el ámbito de las ciencias. Es un conjunto de procedimientos precisos, organizados y sistematizados que se utilizan para descubrir y presentar la verdad. Es un conjunto organizado de pasos que se utilizan en el estudio científico para aumentar nuestra comprensión de los conocimientos. Al establecer una relación entre los datos y las conclusiones a las que se llega para abordar un tema, el método científico sirve como herramienta que permite explicar los hechos. Para que un método de investigación pueda considerarse científico, debe respetar ciertos principios de prueba lógica y basarse en mediciones y datos empíricos. Por lo tanto, todos los procedimientos empleados y aceptados como legítimos por la comunidad científica al avanzar para proponer y validar sus teorías se consideran parte del proceso científico. Todas las disciplinas científicas, esto es, todos los diversos conjuntos de conocimientos

que son considerados ciencias, emplean el método científico. Todas ellas se proponen ampliar el conocimiento sobre la realidad siguiendo los pasos del método (17).

El presente estudio adoptó el método científico como herramienta clave para investigar la influencia de distintos materiales en las propiedades del adobe. Este enfoque no solo permite una comprensión profunda del comportamiento del material, sino que también refleja un compromiso con una investigación estructurada y aplicada dentro del ámbito de la ingeniería civil. La estructura del proceso científico comprende etapas esenciales como la definición del problema, la construcción del marco teórico, la formulación de hipótesis y variables, así como el desarrollo de una metodología coherente y precisa.

3.1.3. Diseño de la investigación

Con el fin de alcanzar los objetivos planteados en esta investigación, se ha optado por un enfoque experimental en el que se modifican de forma controlada ciertas variables independientes. Estas incluyen la incorporación del estabilizador (Z) en proporciones, así como del cemento portland (tipo IP). También se han considerado formulaciones combinadas que integran ambos aditivos en proporciones específicas, estas mezclas se aplican directamente al barro destinado a la fabricación de las unidades de adobe.

El objetivo de esta estrategia experimental fue examinar cómo dichas combinaciones afectan las características físicas y mecánicas del adobe, centrándose en su resistencia estructural y vida útil. Desde el punto de vista metodológico, se ha adoptado un diseño cuasi-experimental con grupo de control, lo cual permite realizar comparaciones entre las condiciones iniciales y los resultados obtenidos tras la aplicación de las modificaciones (pre y post prueba).

El estudio se estructuró bajo un diseño cuasi-experimental, el cual implica la modificación intencionada de una o más variables independientes con el propósito de observar su efecto sobre variables dependientes, sin que los participantes o elementos se asignen de manera aleatoria (18). En esta investigación, se controlarán las proporciones del estabilizador (Z) y del cemento portland (tipo IP) para analizar su incidencia sobre las propiedades mecánicas y físicas del adobe comprimido en el distrito de San Jerónimo, Cusco. Esta modalidad de diseño resulta adecuada, ya que permite trabajar con grupos previamente definidos, lo cual es compatible con la producción planificada de unidades de adobe bajo condiciones constantes. Asimismo, se aplicará un esquema de evaluación con preprueba y posprueba utilizando un grupo control, lo que permitirá realizar comparaciones antes y después de la incorporación de

los estabilizantes, facilitando así una valoración objetiva del efecto de cada tratamiento sobre las propiedades del material.

Siguiendo:

$$GC = O1 \quad GE \quad X \quad O2$$

Donde:

GC = Grupo Control

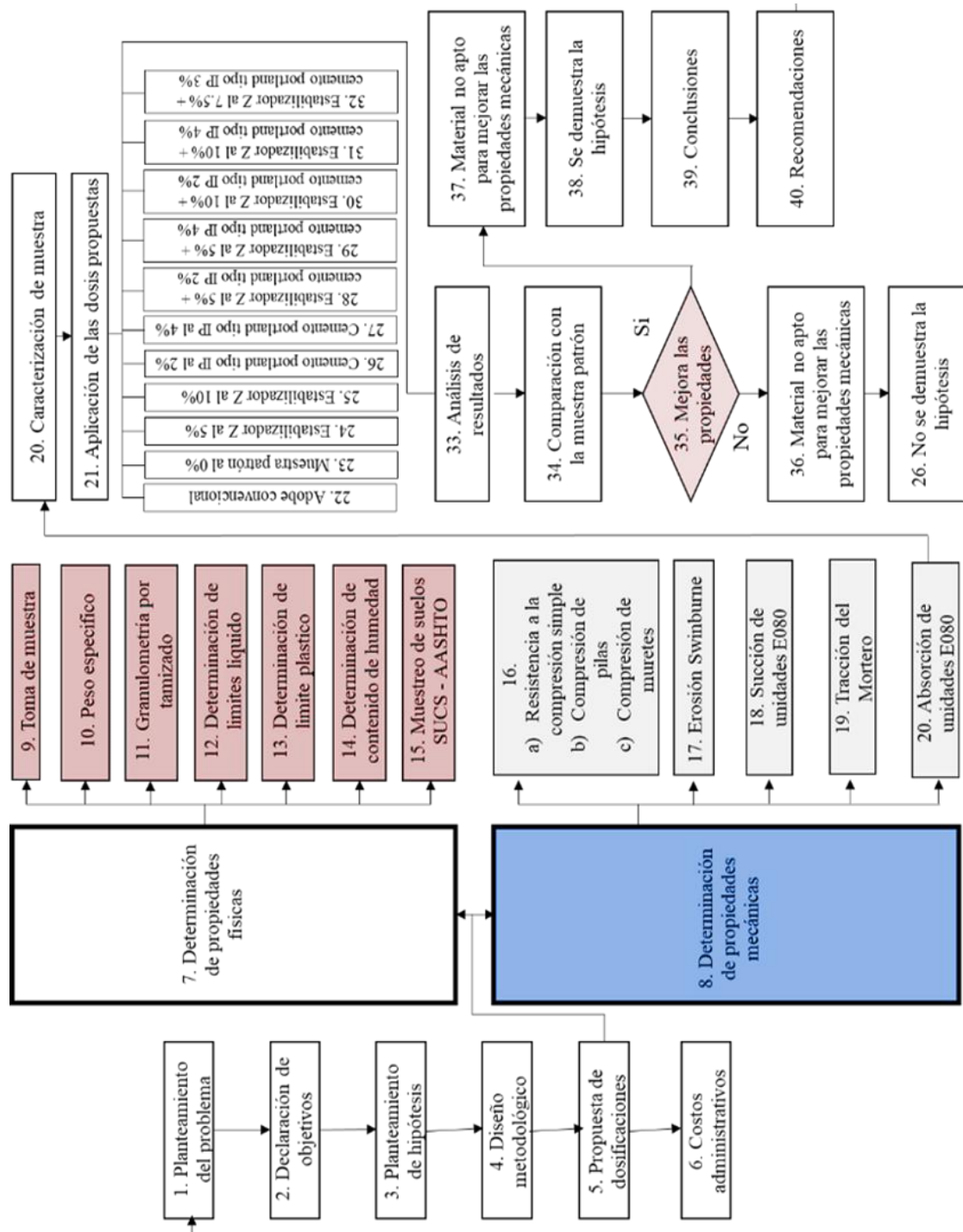
O1 = Pre-test

GE = Grupo Experimental

- Cemento portland (tipo IP) (2 %, 4 %)
- Estabilizador (Z) (5 %, 10 %)
- Combinaciones cemento portland (tipo IP), estabilizador (Z) (4 % + 5 %), (2 % + 10 %), (4 % + 10 %), (2 % + 5 %) y el promedio al (3 % + 7.5 %).
- O2= Post-test

3.1.4. Diseño de ingeniería

Tabla 3. Composición química del cemento



Fuente: Elaboración propia

3.1.5. Alcance o nivel de investigación

Se optó por un enfoque de tipo correlacional, ya que el propósito fue examinar la relación entre las variables independientes la incorporación del Estabilizador Z y del

cemento portland tipo IP y diversas variables dependientes. Estas últimas incluyeron propiedades físicas como la absorción de agua, la succión capilar y la resistencia a la erosión acelerada. Asimismo, se evaluaron propiedades mecánicas, entre ellas la resistencia a la compresión en pilas, la resistencia a tracción indirecta mediante compresión diagonal en muretes, y la resistencia a tracción en morteros. Además, se llevó a cabo una comparación entre el adobe tradicional, que actuó como patrón, y las muestras de adobe estabilizado, con el fin de caracterizar sus propiedades y evaluar el efecto de los aditivos aplicados.

Para Ramos (19), este estudio se ubica dentro del nivel explicativo, ya que no solo busca identificar relaciones entre variables, sino también entender las causas que las generan. En este caso, se analiza cómo la presencia del Estabilizador Z y del cemento Portland tipo IP influye sobre las propiedades físicas y mecánicas del adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo, Cusco. Este nivel de investigación permite intervenir deliberadamente en las variables independientes, manipulando los porcentajes de los aditivos mediante un diseño experimental, con el objetivo de observar sus efectos sobre el comportamiento del material. A través del contraste de hipótesis y el análisis cuantitativo de los resultados, se pretendió no solo establecer relaciones estadísticas, sino también explicar los procesos que se desencadenan con la incorporación de estos componentes, lo que posibilita anticipar los cambios en las propiedades del adobe bajo condiciones controladas.

3.1.6. Población

La población considerada en esta investigación estuvo compuesta por un total de 704 unidades de adobe comprimido, distribuidas en 11 grupos experimentales. Entre estos se incluyen: 64 unidades de adobe tradicional, 64 unidades de adobe comprimido sin ningún tipo de aditivo, 64 unidades con un 5 % de estabilizador Z, otras 64 con un 10 % del mismo estabilizante, 64 unidades con un 2 % de cemento Portland tipo IP, y 64 unidades con un 4 % de dicho cemento. Además, se elaboraron 320 unidades adicionales que integran diversas combinaciones de estabilizador Z y cemento Portland en distintas proporciones. Todas las unidades fueron producidas utilizando suelo del distrito de San Jerónimo, en la ciudad del Cusco, y compactadas con una prensa artesanal especialmente diseñada para la fabricación de este tipo de adobe.

Esta población representa un grupo específico, restringido y alcanzable, que cumple con criterios predefinidos de selección. Su definición clara permite que, una vez aplicada la metodología sobre una muestra representativa, los resultados puedan ser extrapolados al conjunto total de la población o universo de estudio. En este contexto, la población incluye únicamente adobes fabricados bajo condiciones

controladas de dosificación y compactación, lo que garantiza la validez de las conclusiones dentro del marco experimental propuesto.

Tabla 4. Cálculo de la Población total de unidades de adobes

POBLACION DE ADOBES															
Nº	Descripción	Adobe Tradicional	Adobe Comprimido	Estabilizador "Z"		Cemento Portland Tipo IP		Estabilizador "Z" al 5%	Estabilizador "Z" al 10%	Estabilizador "Z" al 10%	Estabilizador "Z" al 4%	Estabilizador "Z" al 2%	Estabilizador "Z" al 10%	Estabilizador "Z" al 7,5%	TOTAL
				5%	10%	2%	4%								
1	Ensayo de Absorción	3	3	3	3	3	3	3	3					3	33
2	Ensayo de Succión	3	3			3	3	3	3					3	33
3	Ensayo de Resistencia a la Erosión	3	3			3	3	3	3					3	33
4	Ensayo a la Compresión	4	4			4	4	4	4					4	44
5	Ensayo de Resistencia de Compresión en Pilas	9	9			9	9	9	9					9	99
6	Ensayo de Resistencia de Compresión Diagonal en Muretes	36	36			36	36	36	36					36	396
7	Ensayo de Resistencia a la Tracción del mortero	6	6			6	6	6	6					6	66
Total		64	64			64	64	64	64					64	704

Fuente: Elaboración propia

3.1.7. Muestra

La presente investigación se enmarcó bajo los requerimientos establecidos por la NTP E.0.80. Para ello, se analizaron un total de 242 muestras, las cuales estuvieron conformadas por diferentes combinaciones entre el cemento portland (tipo IP) y estabilizador (Z). Las muestras se dividieron de la siguiente manera:

- 2 % y 4 % de cemento portland (tipo IP)
- 5 % y 10 % de estabilizador (Z)

Así como combinaciones específicas de ambos componentes en las siguientes proporciones:

- 5 % estabilizador (Z) + 4 % cemento portland (tipo IP)
- 5 % estabilizador (Z) + 2 % cemento portland (tipo IP)
- 10 % estabilizador (Z) + 2 % cemento portland (tipo IP)
- 10 % estabilizador (Z) + 4 % cemento portland (tipo IP)
- 7.5 % estabilizador (Z) + 3 % cemento portland (tipo IP)

Estas muestras fueron sometidas a diversas pruebas de laboratorio, las cuales se clasifican en dos grupos principales:

1. Pruebas no destructivas:

- 33 muestras para la prueba de absorción. (unidades de adobes de 30 x 20 x 10 cm)
- 33 muestras para la prueba de succión. (unidades de adobes de 30 x 20 x 10 cm)
- 33 muestras para la prueba de resistencia a la erosión. (unidades de adobes de 30 x 20 x 10 cm)

2. Pruebas destructivas:

- 44 muestras para la prueba de compresión (unidades de adobes de 30 x 20 x 10 cm)
- 33 muestras para la prueba de compresión en pilas (30 x 20 x 33cm)
- 33 muestras para la prueba de resistencia diagonal en muretes (61.50 x 20 x 64 cm)
- 33 muestras para la prueba de resistencia a la tracción del mortero (30 x 20 x 21.50 cm)

El tipo de muestreo utilizado en esta investigación fue por juicio, lo que implica que las muestras se seleccionan según los criterios establecidos por el investigador. En este caso, dado que la materia prima necesaria para la producción de adobe puede obtenerse de diversas canteras (Pillao Matao) en el distrito de San Jerónimo, Cusco, se ha elegido el suelo de este distrito, debido a su fácil acceso y las ventajas que ofrece para la producción de unidades de adobe.

Este enfoque asegura que las muestras sean representativas de las condiciones locales y las características del material disponible, facilitando así la obtención de resultados relevantes y aplicables a la producción de adobes en dicha región.

Tabla 5 (a). Cálculo de muestras total – ensayos no destructibles

MUESTRAS PARA ENSAYOS NO DESTRUCTIBLES												
N°	Descripción	Adobe Tradicional	Adobe Comprimido	Estabilizador "Z"		Cemento Portland Tipo IP		Estabilizador "Z" al 5%	Estabilizador "Z" al 10%	Estabilizador "Z" al 10%	Estabilizador "Z" al 10%	TOTAL
				5%	10%	2%	4%				Estabilizador "Z" al 7.5%	
1	Ensayo de Absorción	3	3	3	3	3	3	3	3	3	Cemento Portland Tipo IP al 3%	33
2	Ensayo de Succión	3	3	3	3	3	3	3	3	3	Cemento Portland Tipo IP al 3%	33
3	Ensayo de Resistencia a la Erosión	3	3	3	3	3	3	3	3	3	Cemento Portland Tipo IP al 3%	33
Total		9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	99

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 (b). Cálculo de muestras total – ensayos destructibles

MUESTRAS PARA ENSAYOS DESTRUCTIBLES													
N°	Descripción	Adobe Tradicional	Adobe Comprimido	Estabilizador "Z"		Cemento Portland Tipo IP		Estabilizado r "Z" al 5%	Estabilizador "Z" al 10%	Estabilizador "Z" al 10%	Estabilizador "Z" al 5%	Estabilizador "Z" al 7.5%	TOTAL
				5%	10%	2%	4%						
1	Ensayo a la Compresión	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	44
2	Ensayo de Resistencia de Compresión en Pilas	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	33
3	Ensayo de Resistencia de Compresión Diagonal en Muretes	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	33
4	Ensayo de Resistencia a la Tracción del mortero	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	33
Total		13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	143

Fuente: Elaboración propia

3.1.8. Criterios de muestreo e inclusión

Para asegurar una ejecución adecuada de la investigación, se eligieron bloques de adobe en condiciones óptimas, es decir, que no presenten grietas, irregularidades o imperfecciones que puedan influir negativamente en los resultados de los ensayos. Asimismo, se verificó que la cantidad mínima de especímenes utilizados cumpla con lo dispuesto en la NTP E.080, la cual establece los criterios técnicos y de calidad que deben cumplir los adobes destinados a la construcción. (11)

Este procedimiento de selección resulta esencial, ya que permite garantizar la representatividad de las muestras evaluadas, asegurando que los ensayos físicos y mecánicos reflejen con precisión el comportamiento del material. De esta forma, se contribuye al perfeccionamiento de los procesos constructivos y a la optimización de los materiales empleados.

3.1.9. Justificación técnica por la imposibilidad de ejecutar las seis muestras establecidas en la Norma Técnica Peruana E.080

Conforme a lo indicado en los numerales 8.1, 8.3, 8.4 y 8.5 de la Norma Técnica Peruana E.080 «Diseño y Construcción con Tierra Reforzada», los ensayos correspondientes a resistencia a compresión en unidades de adobe, resistencia a tracción del mortero, resistencia a compresión en muretes y resistencia a tracción indirecta mediante compresión diagonal, establecen en su inciso c) que el promedio de las cuatro mejores muestras, de un total de seis ensayadas, debe ser igual o superior al valor mínimo normativo (11).

No obstante, durante la ejecución de los ensayos del presente estudio, no fue viable cumplir con la elaboración y evaluación completa de seis muestras por cada tipo de ensayo, debido a diversas restricciones técnicas y operativas, las cuales se detallan a continuación:

Capacidad limitada del laboratorio y acceso a equipos

La realización de los ensayos bajo condiciones controladas, tal como exige la norma E.080, se vio afectada por restricciones logísticas en el laboratorio, entre ellas la disponibilidad reducida de equipos como la prensa hidráulica para compresión y dispositivos para ensayos de tracción indirecta. Esta situación dificultó la programación y ejecución de las seis muestras requeridas dentro del periodo asignado al proyecto.

Medidas compensatorias aplicadas en el desarrollo experimental

Ante las limitaciones mencionadas, se optó por trabajar con una cantidad menor de muestras, priorizando la calidad en la elaboración y ejecución de los ensayos. Se

descartaron las unidades con defectos evidentes o fallas ajenas al comportamiento del material, y se aplicaron repeticiones únicamente cuando las fallas se debieron a errores de montaje o condiciones anómalas, asegurando así la fidelidad y validez de los datos obtenidos.

Por ende, la imposibilidad de ejecutar la totalidad de las seis muestras por cada tipo de ensayo se justifica técnicamente por las condiciones materiales, logísticas y metodológicas presentes durante el desarrollo del estudio. Esta decisión no compromete la integridad del análisis ni la validez de las conclusiones, ya que los ensayos realizados cumplen con los criterios fundamentales de la Norma E.080 en cuanto a preparación, curado y ejecución.

3.2. MATERIALES Y MÉTODOS

3.2.1. Técnicas de recopilación de datos

La técnica de observación directa se empleó como un recurso complementario para obtener información empírica durante el proceso experimental, permitiendo registrar, en tiempo real, el comportamiento físico y mecánico de las unidades de adobe fabricadas con suelo del distrito de San Jerónimo, Cusco. La observación se realizó de manera sistemática, bajo una guía de criterios previamente establecidos, con el propósito de asegurar la rigurosidad y objetividad del registro. Además, se complementó con notas de campo detalladas, así como con documentación gráfica a través de registros fotográficos y, cuando se consideró pertinente, grabaciones audiovisuales. Estos insumos permitieron reforzar la interpretación de los resultados obtenidos en los ensayos técnicos, brindando una visión integral del desempeño del adobe estabilizado a lo largo del proceso investigativo.

Fichas de observación

Los elementos derivados de la evidencia se registraron para una sustancia particular (Granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad, absorción, succión, erosión, compresión de rotura de unidades de adobe, compresión en pilas, compresión diagonal de muretes, resistencia a la tracción del mortero).

La observación directa nos permitió recopilar datos a tiempo real sobre cómo manejar los datos del adobe para los ensayos físico y mecánico. Esta técnica se complementó con notas de campo y registros fotográficos o audiovisuales.

Las fichas de observación se encuentran en los anexos, dentro de la sección correspondiente a la validación de instrumentos. Estas fichas sirven para registrar y organizar las observaciones obtenidas durante la aplicación de los instrumentos de

evaluación o recolección de datos. Su incorporación en los anexos permite brindar un respaldo detallado a la información presentada en el documento, asegurando la validez y confiabilidad de los instrumentos utilizados.

A continuación, se describe los formatos a utilizar:

1. Ficha n.º 01: Ensayo de granulometría por tamizado
(Anexos - pruebas de laboratorio)
2. Ficha n.º 02: Ensayo límites de consistencia
(Anexos - pruebas de laboratorio)
3. Ficha n.º 03: Ensayo contenido de humedad
(Anexos - pruebas de laboratorio)
4. Ficha n.º 04: Ensayo absorción
(Anexos - pruebas de laboratorio)
5. Ficha n.º 05: Ensayo succión
(Anexos - pruebas de laboratorio)
6. Ficha n.º 06: Ensayo erosión acelerada swinburne
(Anexos - pruebas de laboratorio)
7. Ficha n.º 07: Ensayo resistencia a la compresión de unidades de adobe.
(Anexos - pruebas de laboratorio)
8. Ficha n.º 08: Ensayo resistencia a la compresión de pilas de adobe
(Anexos - pruebas de laboratorio)
9. Ficha n.º 09: Ensayo resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe
(Anexos - pruebas de laboratorio)
10. Ficha n.º 10: Ensayo resistencia de la tracción del mortero
(Anexos - pruebas de laboratorio)
11. Ficha n.º 11: Análisis de precios unitarios
(Anexo – análisis de precios unitarios)

Materiales y equipos utilizados

- Suelo natural del distrito de San Jerónimo – Cusco, con características arcillosas
- Estabilizador (Z) – (Z aditivos)
- Cemento portland (tipo IP) – (Yura)
- Molde de acero para adobes
- Espátula
- Balanza electrónica
- Calculadora
- Máquina para comprimir adobes
- Agua limpia para la preparación de mezclas
- Herramientas manuales (palas, carretillas, baldes, picos, wincha, brocha)

Figura 12. Herramientas y equipos para la elaboración del adobe tradicional y comprimido

Nota: Elaboración propia



Nota: Los materiales y equipos presentados están destinados al proceso de fabricación de adobes comprimidos, asegurando el cumplimiento de las condiciones técnicas necesarias para la mezcla, moldeado y compactación controlada del material.

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. PROCESAMIENTO DE DATOS EN ENSAYOS DE COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO

Para recolectar los datos en los distintos ensayos aplicados a los adobes, se utilizaron métodos específicos para cada tipo de prueba. En los ensayos de absorción y succión se observó el aumento de peso o la altura que alcanzó el agua al entrar en contacto con el adobe. En la prueba de erosión acelerada, se dejó caer agua de forma continua sobre la muestra para registrar la pérdida de material. La resistencia a la compresión, tanto en bloques individuales como en pilas, se midió aplicando carga hasta su falla. Para la compresión diagonal se simuló el esfuerzo cortante en pequeñas estructuras, mientras que la resistencia a la tracción del mortero se obtuvo aplicando una carga que genera tensión indirecta. Finalmente, el análisis del costo unitario consideró todos los recursos empleados, como materiales, mano de obra y herramientas, así como el tiempo requerido para la elaboración de los adobes.

3.2.2.1. ENSAYOS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO

3.2.2.1.1. Análisis granulométrico por tamizado MTC E-107-200

Figura 13. Cuarteo del material seleccionado de cantera San Jerónimo, Cusco



Nota: El cuarteo para obtener una submuestra representativa del suelo, consiste en dividirlo en partes iguales y eliminar secciones de forma sistemática, asegurando la uniformidad del material para fabricar adobes comprimidos.

Fuente: Elaboración propia

a) Análisis granulométrico por tamizado

Figura 14 (a). Dispositivos de ensayo granulométrico



Figura 14 (b). Dispositivos de ensayo granulométrico



Nota: Los dispositivos de ensayo granulométrico, como tamices y balanzas, se usan para analizar la distribución de tamaños de partículas en un material, lo cual es crucial para evaluar su idoneidad en la fabricación de adobes comprimidos.

Fuente: Elaboración propia

b) Límites de consistencia de Atterberg

Figura 15 (a). Dispositivos de prueba de Límite líquido

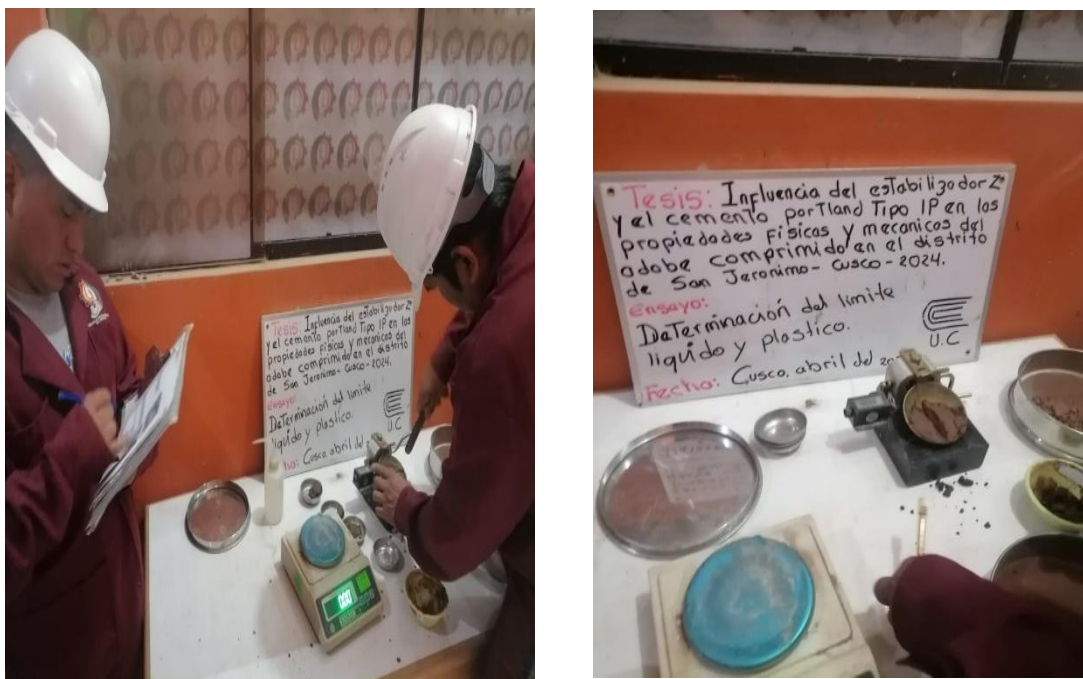
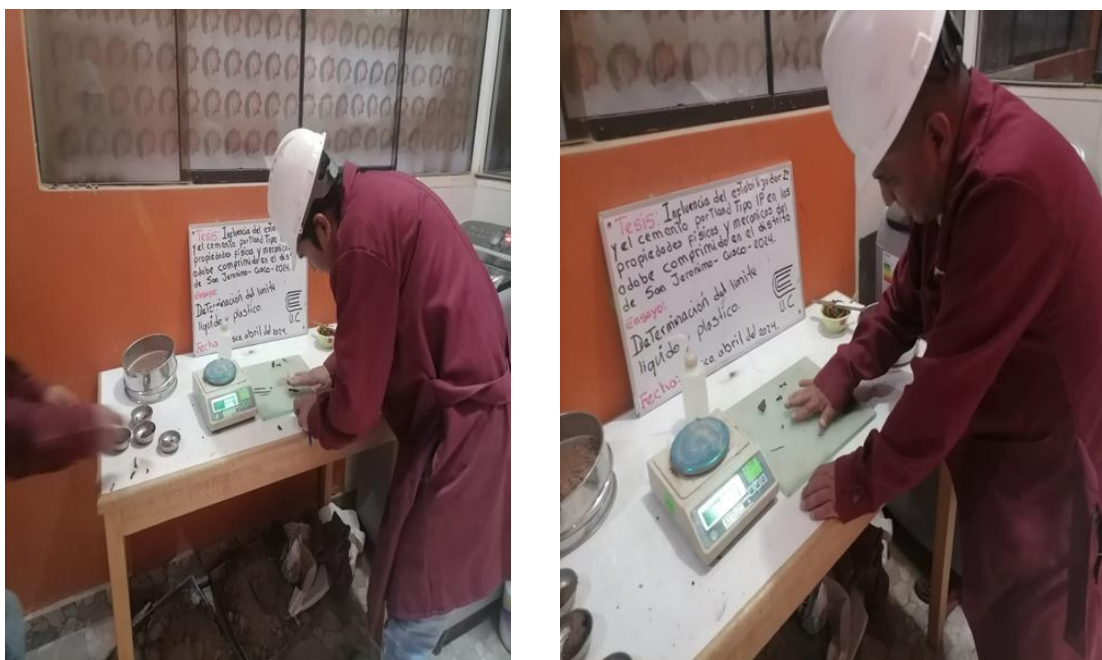


Figura 15 (b). Dispositivos de prueba de Límite líquido



Nota: Los análisis efectuados permitieron determinar que el suelo evaluado corresponde a una arena limosa (SM), con un Límite Líquido (LL) del 24.26 %, un Límite Plástico (LP) de 16.93 % y un Índice Plástico (IP) de 7.33 %.

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.1.2. Absorción

a) Evidencias fotográficas

Figura 16 (a). Ensayo de Absorción de adobes



Figura 16 (b). Ensayo de Absorción de adobes



Nota: El ensayo de absorción de adobes mide cuánta agua puede absorber un bloque de adobe, evaluando su resistencia al agua y durabilidad.

Fuente: Elaboración propia

b) Procesamiento de datos

Tabla 6 (a). Formato: Cálculo de % de absorción para los diferentes especímenes

N.º de Unidad de albañilería	Descripción	Edad del espécimen	Peso secado al horno durante 24 horas (g) P1	Peso saturado durante 24 horas (g) P2	Peso De Agua (gr)	% Absorción
1	ADOBE CONVENCIONAL	28	9175	se desmorona	-	100.00 %
2		28	9267	se desmorona	-	100.00 %
3		28	9265	se desmorona	-	100.00 %
1	MUESTRA PATRON AL 0 %	28	9332	se desmorona	-	100.00 %
2		28	9358	se desmorona	-	100.00 %
3		28	9366	se desmorona	-	100.00 %
1	ESTABILIZADOR (Z) AL 5 %	28	9336	17985	8649	92.64 %
2		28	9344	17651	8307	88.90 %
3		28	9358	17454	8096	86.51 %
1	ESTABILIZADOR (Z) AL 10 %	28	9425	14521	5096	54.07 %
2		28	9412	14585	5173	54.96 %
3		28	9432	15044	5612	59.50 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6 (b): Formato: Cálculo de % de absorción para los diferentes especímenes

N.º de Unidad de albañilería	Descripción	Edad del espécimen	Peso secado al horno durante 24 horas (g) P1	Peso saturado durante 24 horas (g) P2	Peso De Agua (gr)	% Absorción
1	cemento portland (TIPO IP) AL 2 %	28	9312	15985	6673	71.66 %
2		28	9314	15917	6603	70.89 %
3		28	9344	16247	6903	73.88 %
1	cemento portland (TIPO IP) AL 4 %	28	9389	16021	6632	70.64 %
2		28	9398	15985	6587	70.09 %
3		28	9378	15844	6466	68.95 %
1	ESTABILIZADOR (Z) AL 5 % + cemento portland (TIPO IP) 2 %	28	9175	15621	6446	70.26 %
2		28	9265	15041	5776	62.34 %
3		28	9264	15048	5784	62.44 %
1	ESTABILIZADOR (Z) AL 5% + cemento portland (TIPO IP) 4 %	28	9345	12321	2976	31.85 %
2		28	9357	12451	3094	33.07 %
3		28	9356	12541	3185	34.04 %
1	ESTABILIZADOR (Z) AL 10 % + cemento portland (TIPO IP) 2 %	28	9389	13524	4135	44.04 %
2		28	9379	13484	4105	43.77 %
3		28	9399	13658	4259	45.31 %
1	ESTABILIZADOR (Z) AL 10 % + cemento portland (TIPO IP) 4 %	28	9421	11251	1830	19.42 %
2		28	9401	11474	2073	22.05 %
3		28	9406	11589	2183	23.21 %
1	ESTABILIZADOR (Z) AL 7.5% + cemento portland (TIPO IP) 3%	28	9451	14098	4647	49.17 %
2		28	9432	14102	4670	49.51 %
3		28	9415	14094	4679	49.70 %

Nota: Tras la ejecución de los ensayos, se comprobó que los adobes que incorporan el estabilizador (Z) y el cemento Portland tipo IP presentan un menor porcentaje de absorción en comparación con los adobes tradicionales y los adobes comprimidos que no contienen dichos aditivos.

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.1.3. Succión

a) Evidencias fotográficas

Figura 17. Obtención de datos de la succión de agua en adobes



Nota: La succión del agua es la capacidad del adobe de absorber humedad desde su base, afectando su durabilidad.

Fuente: Elaboración propia

b) Procesamiento de datos

Tabla 7 (a). Formato: cálculo de % de succión para los diferentes especímenes

GRUPO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01 ADOBE TRADICIONAL	MUESTRA 02 ADOBE TRADICIONAL	MUESTRA 03 ADOBE TRADICIONAL	PROMEDIO
1	VOLUMEN INICIAL DE AGUA	3652.00 g	3656.00 g	3685.00 g	
	TIEMPO DE SUCCIÓN	1.00 min	1.00 min	1.00 min	
	VOLUMEN FINAL DE AGUA	3764.00 g	3772.00 g	3795.00 g	
	LARGO	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm	
	ANCHO	20.00 cm	20.00 cm	20.00 cm	
	ÁREA TOTAL	600.00 cm ²	600.00 cm ²	600.00 cm ²	
	VARIACION DEL AGUA	112.00 g	116.00 g	110.00 g	
	SUCCIÓN (g/min/cm ²)	37.33	38.67	36.67	37.56 g/cm ² /min
GRUPO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01 MUESTRA PATRÓN 0 %	MUESTRA 02 MUESTRA PATRÓN 0 %	MUESTRA 03 MUESTRA PATRÓN 0 %	PROMEDIO
2	VOLUMEN INICIAL DE AGUA	3644.00 g	3599.00 g	3548.00 g	
	TIEMPO DE SUCCIÓN	1.00 min	1.00 min	1.00 min	
	VOLUMEN FINAL DE AGUA	3725.00 g	3682.00 g	3628.00 g	
	LARGO	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm	
	ANCHO	20.00 cm	20.00 cm	20.00 cm	
	AREA TOTAL	600.00 cm ²	600.00 cm ²	600.00 cm ²	
	VARIACIÓN DEL AGUA	81.00 g	83.00 g	80.00 g	
	SUCCIÓN (g/min/cm ²)	27	27.67	26.67	27.11 g/cm ² /min
GRUPO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01 ESTABILIZADOR (Z) AL 5 %	MUESTRA 02 ESTABILIZADOR (Z) AL 5 %	MUESTRA 03 ESTABILIZADOR (Z) AL 5 %	PROMEDIO
3	VOLUMEN INICIAL DE AGUA	3745.00 g	3702.00 g	3654.00 g	
	TIEMPO DE SUCCIÓN	1.00 min	1.00 min	1.00 min	
	VOLUMEN FINAL DE AGUA	3805.00 g	3765.00 g	3715.00 g	
	LARGO	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm	
	ANCHO	20.00 cm	20.00 cm	20.00 cm	
	AREA TOTAL	600.00 cm ²	600.00 cm ²	600.00 cm ²	
	VARIACIÓN DEL AGUA	60.00 g	63.00 g	61.00 g	
	SUCCION (g/min/cm ²)	20	21	20.33	20.44 g/cm ² /min
GRUPO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01 ESTABILIZADOR (Z) AL 10 %	MUESTRA 02 ESTABILIZADOR (Z) AL 10 %	MUESTRA 03 ESTABILIZADOR (Z) AL 10 %	PROMEDIO
4	VOLUMEN INICIAL DE AGUA	3746.00 g	3758.00 g	3615.00 g	
	TIEMPO DE SUCCIÓN	1.00 min	1.00 min	1.00 min	
	VOLUMEN FINAL DE AGUA	3788.00 g	3801.00 g	3659.00 g	
	LARGO	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm	
	ANCHO	20.00 cm	20.00 cm	20.00 cm	
	AREA TOTAL	600.00 cm ²	600.00 cm ²	600.00 cm ²	
	VARIACIÓN DEL AGUA	42.00 g	43.00 g	44.00 g	
	SUCCIÓN (g/min/cm ²)	14	14.33	14.67	14.33 g/cm ² /min
GRUPO	DESCRIPCION	MUESTRA 01 cemento portland (TIPO IP) AL 2 %	MUESTRA 02 cemento portland (TIPO IP) AL 2 %	MUESTRA 03 cemento portland (TIPO IP) AL 2 %	PROMEDIO
5	VOLUMEN INICIAL DE AGUA	3684.00 g	3598.00 g	3626.00 g	
	TIEMPO DE SUCCIÓN	1.00 min	1.00 min	1.00 min	
	VOLUMEN FINAL DE AGUA	3734.00 g	3650.00 g	3675.00 g	
	LARGO	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm	
	ANCHO	20.00 cm	20.00 cm	20.00 cm	
	AREA TOTAL	600.00 cm ²	600.00 cm ²	600.00 cm ²	
	VARIACIÓN DEL AGUA	50.00 g	52.00 g	49.00 g	
	SUCCIÓN (g/min/cm ²)	16.67	17.33	16.33	16.78 g/cm ² /min

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 (b). Formato: cálculo de % de succión para los diferentes especímenes

GRUPO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
		Cemento Portland (TIPO IP) AL 4 %	Cemento Portland (TIPO IP) AL 4 %	Cemento Portland (TIPO IP) AL 4 %	
6	VOLUMEN INICIAL DE AGUA	3644.00 g	3628.00 g	3698.00 g	9.89 g/cm2/min
	TIEMPO DE SUCCIÓN	1.00 min	1.00 min	1.00 min	
	VOLUMEN FINAL DE AGUA	3675.00 g	3659.00 g	3725.00 g	
	LARGO	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm	
	ANCHO	20.00 cm	20.00 cm	20.00 cm	
	ÁREA TOTAL	600.00 cm2	600.00 cm2	600.00 cm2	
	VARIACIÓN DEL AGUA	31.00 g	31.00 g	27.00 g	
	SUCCIÓN (g/min/cm2)	10.33	10.33	9	
GRUPO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
		ESTABILIZADOR (Z) AL 5 % + Cemento Portland (TIPO IP) 2 %	ESTABILIZADOR (Z) AL 5 % + Cemento Portland (TIPO IP) 2 %	ESTABILIZADOR (Z) AL 5 % + Cemento Portland (TIPO IP) 2 %	
7	VOLUMEN INICIAL DE AGUA	3712.00 g	3744.00 g	3745.00 g	15.22 g/cm2/min
	TIEMPO DE SUCCIÓN	1.00 min	1.00 min	1.00 min	
	VOLUMEN FINAL DE AGUA	3756.00 g	3794.00 g	3788.00 g	
	LARGO	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm	
	ANCHO	20.00 cm	20.00 cm	20.00 cm	
	ÁREA TOTAL	600.00 cm2	600.00 cm2	600.00 cm2	
	VARIACIÓN DEL AGUA	44.00 g	50.00 g	43.00 g	
	SUCCIÓN (g/min/cm2)	14.67	16.67	14.33	
GRUPO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
		ESTABILIZADOR (Z) AL 5 % + Cemento Portland (TIPO IP) 4 %	ESTABILIZADOR (Z) AL 5 % + Cemento Portland (TIPO IP) 4 %	ESTABILIZADOR (Z) AL 5 % + Cemento portland (TIPO IP) 4%	
8	VOLUMEN INICIAL DE AGUA	3654.00 g	3529.00 g	3696.00 g	11.00 g/cm2/min
	TIEMPO DE SUCCIÓN	1.00 min	1.00 min	1.00 min	
	VOLUMEN FINAL DE AGUA	3689.00 g	3561.00 g	3728.00 g	
	LARGO	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm	
	ANCHO	20.00 cm	20.00 cm	20.00 cm	
	ÁREA TOTAL	600.00 cm2	600.00 cm2	600.00 cm2	
	VARIACIÓN DEL AGUA	35.00 g	32.00 g	32.00 g	
	SUCCIÓN (g/min/cm2)	11.67	10.67	10.67	
GRUPO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
		ESTABILIZADOR (Z) AL 10 % + Cemento Portland (TIPO IP) 2 %	ESTABILIZADOR (Z) AL 10 % + Cemento Portland (TIPO IP) 2 %	ESTABILIZADOR (Z) AL 10 % + Cemento portland (TIPO IP) 2 %	
9	VOLUMEN INICIAL DE AGUA	3715.00 g	3698.00 g	3748.00 g	8.11 g/cm2/min
	TIEMPO DE SUCCIÓN	1.00 min	1.00 min	1.00 min	
	VOLUMEN FINAL DE AGUA	3738.00 g	3722.00 g	3774.00 g	
	LARGO	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm	
	ANCHO	20.00 cm	20.00 cm	20.00 cm	
	AREA TOTAL	600.00 cm2	600.00 cm2	600.00 cm2	
	VARIACION DEL AGUA	23.00 g	24.00 g	26.00 g	
	SUCCIÓN (g/min/cm2)	7.67	8	8.67	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 (c). Formato: Cálculo de % de succión para los diferentes especímenes

GRUPO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
		ESTABILIZADOR (Z) AL 10 % + Cemento Portland (TIPO IP) 4 %	ESTABILIZADOR (Z) AL 10 % + Cemento Portland (TIPO IP) 4 %	ESTABILIZADOR (Z) AL 10 % + Cemento Portland (TIPO IP) 4 %	
10	VOLUMEN INICIAL DE AGUA	3687.00 g	3648.00 g	3784.00 g	4.33 g/cm2/min
	TIEMPO DE SUCCIÓN	1.00 min	1.00 min	1.00 min	
	VOLUMEN FINAL DE AGUA	3699.00 g	3662.00 g	3797.00 g	
	LARGO	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm	
	ANCHO	20.00 cm	20.00 cm	20.00 cm	
	ÁREA TOTAL	600.00 cm2	600.00 cm2	600.00 cm2	
	VARIACION DEL AGUA	12.00 g	14.00 g	13.00 g	
	SUCCIÓN (g/min/cm2)	4	4.67	4.33	
GRUPO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
		ESTABILIZADOR (Z) AL 7.5 % + Cemento Portland (TIPO IP) 3 %	ESTABILIZADOR (Z) AL 7.5 % + Cemento Portland (TIPO IP) 3 %	ESTABILIZADOR (Z) AL 7.5 % + Cemento Portland (TIPO IP) 3 %	
11	VOLUMEN INICIAL DE AGUA	3655.00 g	3784.00 g	3474.00 g	5.33 g/cm2/min
	TIEMPO DE SUCCIÓN	1.00 min	1.00 min	1.00 min	
	VOLUMEN FINAL DE AGUA	3670.00 g	3801.00 g	3490.00 g	
	LARGO	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm	
	ANCHO	20.00 cm	20.00 cm	20.00 cm	
	ÁREA TOTAL	600.00 cm2	600.00 cm2	600.00 cm2	
	VARIACIÓN DEL AGUA	15.00 g	17.00 g	16.00 g	
	SUCCIÓN (g/min/cm2)	5	5.67	5.33	

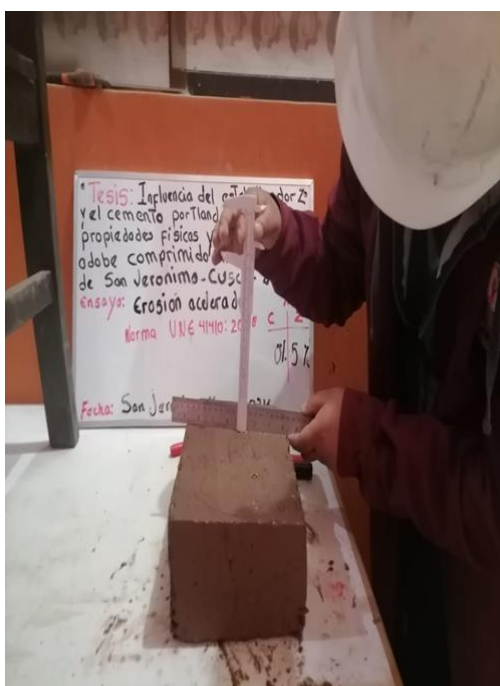
Nota: Tras la realización de las pruebas, se observó que los adobes mejorados con estabilizador (Z) y cemento portland (tipo IP) presentan una reducción en el porcentaje de succión en comparación con el adobe tradicional y el adobe comprimido que no contienen estos aditivos.

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.1.4. Erosión acelerada Swinburne

a) Evidencias fotográficas

Figura 18. Ensayo de erosión acelerada



Nota: El ensayo de erosión acelerada mide la resistencia del adobe al agua, simulando lluvia intensa con un chorro controlado. Permite evaluar la durabilidad superficial y la eficacia de estabilizantes.

Fuente: Elaboración propia

b) Procesamiento de datos

Tabla 8 (a). Formato: Cálculo de % de erosión para los diferentes especímenes

GRUPO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01 ADOBE TRADICIONAL	MUESTRA 02 ADOBE TRADICIONAL	MUESTRA 03 ADOBE TRADICIONAL	OQUEDAD PROMEDIO (mm)
1	CAUDAL (ml/min)	650	650	650	24.47
	TIEMPO (Min)	10.00 min	10.00 min	10.00 min	
	OQUEDAD (mm)	26.36	24.56	22.48	
	RESISTENCIA	BAJA NULA	BAJA NULA	BAJA NULA	
GRUPO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01 MUESTRA PATRÓN 0 %	MUESTRA 02 MUESTRA PATRÓN 0 %	MUESTRA 03 MUESTRA PATRÓN 0 %	OQUEDAD PROMEDIO (mm)
2	CAUDAL (ml/min)	650	650	650	18.13
	TIEMPO (Min)	10.00 min	10.00 min	10.00 min	
	OQUEDAD (mm)	19.08	18.07	17.23	
	RESISTENCIA	BAJA	BAJA	BAJA	
GRUPO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01 ESTABILIZADOR (Z) AL 5 %	MUESTRA 02 ESTABILIZADOR (Z) AL 5 %	MUESTRA 03 ESTABILIZADOR (Z) AL 5 %	OQUEDAD PROMEDIO (mm)
3	CAUDAL (ml/min)	650	650	650	12.51
	TIEMPO (Min)	10.00 min	10.00 min	10.00 min	
	OQUEDAD (mm)	12.03	12.44	13.05	
	RESISTENCIA	BAJA	BAJA	BAJA	
GRUPO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01 ESTABILIZADOR (Z) AL 10 %	MUESTRA 02 ESTABILIZADOR (Z) AL 10 %	MUESTRA 03 ESTABILIZADOR (Z) AL 10 %	OQUEDAD PROMEDIO (mm)
4	CAUDAL (ml/min)	650	650	650	6.54
	TIEMPO (Min)	10.00 min	10.00 min	10.00 min	
	OQUEDAD (mm)	6.15	7.22	6.25	
	RESISTENCIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	
GRUPO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01 Cemento Portland (TIPO IP) AL 2 %	MUESTRA 02 Cemento Portland (TIPO IP) AL 2 %	MUESTRA 03 Cemento Portland (TIPO IP) AL 2 %	OQUEDAD PROMEDIO (mm)
5	CAUDAL (ml/min)	650	650	650	15.46
	TIEMPO (Min)	10.00 min	10.00 min	10.00 min	
	OQUEDAD (mm)	15.23	15.68	15.47	
	RESISTENCIA	BAJA	BAJA	BAJA	
GRUPO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01 Cemento Portland (TIPO IP) AL 4 %	MUESTRA 02 Cemento Portland (TIPO IP) AL 4 %	MUESTRA 03 Cemento portland (TIPO IP) AL 4 %	OQUEDAD PROMEDIO (mm)
6	CAUDAL (ml/min)	650	650	650	8.55
	TIEMPO (Min)	10.00 min	10.00 min	10.00 min	
	OQUEDAD (mm)	8.15	8.46	9.05	
	RESISTENCIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	
GRUPO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01 ESTABILIZADOR (Z) AL 5 % + Cemento Portland (TIPO IP) 2 %	MUESTRA 02 ESTABILIZADOR (Z) AL 5 % + Cemento Portland (TIPO IP) 2 %	MUESTRA 03 ESTABILIZADOR (Z) AL 5 % + Cemento Portland (TIPO IP) 2 %	OQUEDAD PROMEDIO (mm)
7	CAUDAL (ml/min)	650	650	650	9.45
	TIEMPO (Min)	10.00 min	10.00 min	10.00 min	
	OQUEDAD (mm)	9.85	9.45	9.04	
	RESISTENCIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8 (b). Formato: Cálculo de % de erosión para los diferentes especímenes

GRUPO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	OQUEDAD PROMEDIO (mm)
		ESTABILIZADOR (Z) AL 5 % + Cemento Portland (TIPO IP) 4 %	ESTABILIZADOR (Z) AL 5 % + C Cemento Portland (TIPO IP) 4 %	ESTABILIZADOR (Z) AL 5 % + Cemento Portland (TIPO IP) 4 %	
8	CAUDAL (ml/min)	650	650	650	6.31
	TIEMPO (Min)	10.00 min	10.00 min	10.00 min	
	OQUEDAD (mm)	6.25	6.14	6.55	
	RESISTENCIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	
GRUPO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	OQUEDAD PROMEDIO (mm)
		ESTABILIZADOR (Z) AL 10 % + Cemento Portland (TIPO IP) 2 %	ESTABILIZADOR (Z) AL 10 % + Cemento Portland (TIPO IP) 2 %	ESTABILIZADOR (Z) AL 10 % + Cemento Portland (TIPO IP) 2 %	
9	CAUDAL (ml/min)	650	650	650	4.38
	TIEMPO (Min)	10.00 min	10.00 min	10.00 min	
	OQUEDAD (mm)	4.25	4.56	4.32	
	RESISTENCIA	ALTA	ALTA	ALTA	
GRUPO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	OQUEDAD PROMEDIO (mm)
		ESTABILIZADOR (Z) AL 10 % + Cemento Portland (TIPO IP) 4 %	ESTABILIZADOR (Z) AL 10 % + Cemento Portland (TIPO IP) 4 %	ESTABILIZADOR (Z) AL 10 % + Cemento Portland (TIPO IP) 4 %	
10	CAUDAL (ml/min)	650	650	650	1.5
	TIEMPO (Min)	10.00 min	10.00 min	10.00 min	
	OQUEDAD (mm)	2.14	1.23	1.12	
	RESISTENCIA	ALTA	ALTA	ALTA	
GRUPO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	OQUEDAD PROMEDIO (mm)
		ESTABILIZADOR (Z) AL 7.5 % + Cemento Portland (TIPO IP) 3 %	ESTABILIZADOR (Z) AL 7.5 % + Cemento Portland (TIPO IP) 3 %	ESTABILIZADOR (Z) AL 7.5 % + Cemento Portland (TIPO IP) 3 %	
11	CAUDAL (ml/min)	650	650	650	7.88
	TIEMPO (Min)	10.00 min	10.00 min	10.00 min	
	OQUEDAD (mm)	8.12	7.45	8.06	
	RESISTENCIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	

Nota: Luego de realizar las pruebas correspondientes, se constató que los adobes mejorados con la adición de estabilizador (Z) y cemento portland (tipo IP) presentan una pequeña tasa de erosión en comparación con los adobes tradicionales y los adobes comprimidos que no contienen estos estabilizantes. Esta reducción en la erosión sugiere una mayor resistencia y durabilidad del material, lo que podría traducirse en un mejor desempeño en condiciones ambientales adversas.

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2. ENSAYOS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO

3.2.2.2.1. Resistencia a la compresión de adobes

a) Evidencias fotográficas

Figura 19. Ensayo de compresión de adobes



Nota: El ensayo de compresión de adobes mide su resistencia mecánica bajo carga axial, siendo clave para evaluar su capacidad estructural y cumplimiento con la Norma E.080.

Fuente: Elaboración propia

b) Procesamiento de datos

Tabla 9. Formato: Cálculo de compresión del adobe tradicional, comprimido y mejorado

							RESISTEN CIAS	PORCENTAJES de f _c			
GRUPO	DESCRIPCIÓN	Dimensiones		Área cm2	Dial kN	Resist. de unidad (kg/cm2)	Resist. Que debe tener (kg/cm2)	Resist. Promedio que tiene (kg/cm2)	% f _c diseño de unidad %	% f _c diseño que debe tener %	Cumple
		Largo (cm)	Ancho (cm)								
1	ADOBE TRADICIONAL	30	20	600	56.85	10.18	10.2	10.2	100.30 %	100.00 %	NO
		30	20	600	56.82	10.22	10.2		100.24 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	56.11	10.1	10.2		98.99 %	100.00 %	NO
		30	20	600	56.2	10.11	10.2		99.15 %	100.00 %	NO
2	MUESTRA PATRÓN 0 %	30	20	600	59.56	10.72	10.2	10.83	105.08 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	60.14	10.82	10.2		106.10 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	60.57	10.9	10.2		106.86 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	60.44	10.88	10.2		106.63 %	100.00 %	SÍ
3	ESTABILIZADOR (Z) AL 5 %	30	20	600	66.52	11.97	10.2	11.84	117.36 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	65.85	11.85	10.2		116.17 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	65.33	11.76	10.2		115.26 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	65.48	11.78	10.2		115.52 %	100.00 %	SÍ
4	ESTABILIZADOR (Z) AL 10 %	30	20	600	70.56	12.7	10.2	12.83	124.48 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	71.44	12.86	10.2		126.04 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	72.65	13.07	10.2		128.17 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	70.44	12.68	10.2		124.27 %	100.00 %	SÍ
5	Cemento Portland (TIPO IP) AL 2 %	30	20	600	63.56	11.44	10.2	11.62	112.13 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	64.23	11.56	10.2		113.32 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	64.55	11.62	10.2		113.88 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	65.89	11.86	10.2		116.24 %	100.00 %	SÍ
6	Cemento Portland (TIPO IP) AL 4 %	30	20	600	72.56	13.06	10.2	13.19	128.01 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	72.69	13.08	10.2		128.24 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	73.44	13.22	10.2		129.56 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	74.58	13.42	10.2		131.58 %	100.00 %	SÍ
7	ESTABILIZADOR (Z) AL 5 % + Cemento Portland (TIPO IP) 2 %	30	20	600	70.23	12.64	10.2	12.61	123.90 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	69.89	12.58	10.2		123.30 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	69.85	12.57	10.2		123.23 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	70.44	12.68	10.2		124.27 %	100.00 %	SÍ
8	ESTABILIZADOR (Z) AL 5% + Cemento Portland (TIPO IP) 4 %	30	20	600	75.69	13.62	10.2	13.46	133.53 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	74.59	13.42	10.2		131.59 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	74.5	13.41	10.2		131.43 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	74.52	13.41	10.2		131.47 %	100.00 %	SÍ
9	ESTABILIZADOR (Z) AL 10 % + Cemento Portland (TIPO IP) 2 %	30	20	600	72.23	13	10.2	13.04	127.43 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	71.89	12.94	10.2		126.83 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	73.12	13.16	10.2		129.00 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	72.54	13.05	10.2		127.98 %	100.00 %	SÍ
10	ESTABILIZADOR (Z) AL 10% + Cemento Portland (TIPO IP) 4 %	30	20	600	79.23	14.26	10.2	14.41	139.78 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	80.12	14.42	10.2		141.35 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	79.88	14.37	10.2		140.93 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	81.12	14.6	10.2		143.11 %	100.00 %	SÍ
11	ESTABILIZADOR (Z) AL 7.5% + Cemento Portland (TIPO IP) 3 %	30	20	600	73.23	13.18	10.2	13.02	129.19 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	72.11	12.98	10.2		127.22 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	71.56	12.88	10.2		126.25 %	100.00 %	SÍ
		30	20	600	72.48	13.04	10.2		127.87 %	100.00 %	SÍ

Fuente: Elaboración propia

Nota: Luego de la ejecución de los ensayos pertinentes, se constató que los adobes estabilizados con estabilizador (Z) y cemento portland (tipo IP) exhiben una mejora sustancial

en su resistencia a los esfuerzos de compresión axial. Este incremento en su capacidad portante sugiere una mayor estabilidad estructural y durabilidad del material, optimizando su desempeño en aplicaciones constructivas que demandan una elevada resistencia mecánica y un comportamiento estructural más eficiente.

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2.2. Resistencia a la compresión de pilas de adobe

a) Evidencias fotográficas

Figura 20. Ensayo de compresión de pilas en adobes



Nota: El ensayo de compresión de pilas mide la resistencia vertical de muretes de adobe, evaluando la unión entre adobe y mortero, según lo exige la Norma E.080, Art. 8.4.

Fuente: Elaboración propia

b) Procesamiento de datos

Tabla 10. Formato: Cálculo de compresión en pilas del adobe tradicional, comprimido y mejorado

GRUPO	Descripción	RESISTENCIA QUE TIENE						RESISTENCIA A QUE DEBE TENER		Cumple
		Largo	Ancho	Altura	Área bruta	Dial	f m (Resistencia unitaria al corte)	Resist. Promedio que tiene	f'm (Resistencia característica al corte)	
		cm	cm	cm	cm ²	kg				
1	ADOBE CONVENCIONAL	30	20	33.5	600	3577	5.962 kg/cm ²	5.92 Kg/cm ²	6.10 Kg/cm ²	NO
		30	20	32.5	600	3485	5.808 kg/cm ²		6.10 Kg/cm ²	NO
		30	20	33.3	600	3585	5.975 kg/cm ²		6.10 Kg/cm ²	NO
2	MUESTRA PATRÓN AL 0 %	30	20	33	600	4011	6.685 kg/cm ²	6.66 Kg/cm ²	6.10 Kg/cm ²	SÍ
		30	20	32.5	600	3985	6.642 kg/cm ²		6.10 Kg/cm ²	SÍ
		30	20	33	600	3999	6.665 kg/cm ²		6.10 Kg/cm ²	SÍ
3	ESTABILIZADOR (Z) AL 5 %	30	20	32.5	600	5116	8.527 kg/cm ²	8.55 Kg/cm ²	6.10 Kg/cm ²	NO
		30	20	32.5	600	5021	8.368 kg/cm ²		6.10 Kg/cm ²	NO
		30	20	33	600	5258	8.763 kg/cm ²		6.10 Kg/cm ²	NO
4	ESTABILIZADOR (Z) AL 10 %	30	20	33	600	6058	10.097 kg/cm ²	10.05 Kg/cm ²	6.10 Kg/cm ²	SÍ
		30	20	32.5	600	6047	10.078 kg/cm ²		6.10 Kg/cm ²	SÍ
		30	20	32.8	600	5988	9.980 kg/cm ²		6.10 Kg/cm ²	SÍ
5	Cemento Portland (TIPO IP) AL 2 %	30	20	33	600	4512	7.520 Kg/cm ²	7.59 Kg/cm ²	6.10 Kg/cm ²	SÍ
		30	20	32.5	600	4588	7.647 Kg/cm ²		6.10 Kg/cm ²	SÍ
		30	20	32.5	600	4563	7.605 Kg/cm ²		6.10 Kg/cm ²	SÍ
6	Cemento Portland (TIPO IP) AL 4 %	30	20	32	600	5525	9.208 Kg/cm ²	9.26 Kg/cm ²	6.10 Kg/cm ²	SÍ
		30	20	33	600	5569	9.282 Kg/cm ²		6.10 Kg/cm ²	SÍ
		30	20	32.5	600	5577	9.295 Kg/cm ²		6.10 Kg/cm ²	SÍ
7	ESTABILIZADOR (Z) AL 5 % + Cemento Portland (TIPO IP) 2 %	30	20	32.5	600	4752	7.920 Kg/cm ²	7.90 Kg/cm ²	6.10 Kg/cm ²	SÍ
		30	20	32	600	4751	7.918 Kg/cm ²		6.10 Kg/cm ²	SÍ
		30	20	33	600	4723	7.872 Kg/cm ²		6.10 Kg/cm ²	SÍ
8	ESTABILIZADOR (Z) AL 5 % + Cemento Portland (TIPO IP) 4 %	30	20	32	600	5322	8.870 Kg/cm ²	8.89 Kg/cm ²	6.10 Kg/cm ²	SÍ
		30	20	33	600	5269	8.782 Kg/cm ²		6.10 Kg/cm ²	SÍ
		30	20	32.8	600	5412	9.020 Kg/cm ²		6.10 Kg/cm ²	SÍ
9	ESTABILIZADOR (Z) AL 10 % + Cemento Portland (TIPO IP) 2 %	30	20	32	600	5562	9.270 Kg/cm ²	9.25 Kg/cm ²	6.10 Kg/cm ²	SÍ
		30	20	32	600	5574	9.290 Kg/cm ²		6.10 Kg/cm ²	SÍ
		30	20	32.5	600	5514	9.190 Kg/cm ²		6.10 Kg/cm ²	SÍ
10	ESTABILIZADOR (Z) AL 10 % + Cemento Portland (TIPO IP) 4 %	30	20	32	600	6523	10.872 Kg/cm ²	10.81 Kg/cm ²	6.10 Kg/cm ²	SÍ
		30	20	33	600	6415	10.692 Kg/cm ²		6.10 Kg/cm ²	SÍ
		30	20	32	600	6522	10.870 Kg/cm ²		6.10 Kg/cm ²	SÍ
11	ESTABILIZADOR (Z) AL 7.5 % + Cemento Portland (TIPO IP) 3 %	30	20	33	600	5014	8.357 Kg/cm ²	8.35 Kg/cm ²	6.10 Kg/cm ²	SÍ
		30	20	32	600	4989	8.315 Kg/cm ²		6.10 Kg/cm ²	SÍ
		30	20	32	600	5023	8.372 Kg/cm ²		6.10 Kg/cm ²	SÍ

Nota: Tras la ejecución de los ensayos experimentales, se constató que las pilas conformadas por adobes estabilizados con estabilizador (Z) y cemento portland (tipo IP) exhiben una mejora significativa en su capacidad portante frente a los esfuerzos de compresión en comparación con los adobes tradicionales.

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2.3. Resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe

a) Evidencias fotográficas

Figura 21. Ensayo de compresión diagonal de muretes de adobe



Nota: El ensayo de compresión diagonal mide la resistencia al corte de muretes de adobe ante cargas laterales, simulando sismos, según la Norma E.080.

Fuente: Elaboración propia

b) Procesamiento de datos

Tabla 11. Formato: Cálculo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe

GRUPO	Descripción					RESISTENCIA QUE TIENE		RESISTENCIA QUE DEBE TENER	Cumple
		Largo	Ancho	Altura	Dial	f't (Res. unitaria al corte promedio)	f't (Resistencia característica al corte)	f't (Resistencia característica al corte)	
		cm	cm	cm	kg				
1	ADOBE CONVENCIONAL	61.5	20	63	577	0.23 Kg/cm ²	0.24 Kg/cm ²	0.25 Kg/cm ²	NO
		61.5	20	64	600	0.24 Kg/cm ²		0.25 Kg/cm ²	NO
		61.5	20	63.5	585	0.24 Kg/cm ²		0.25 Kg/cm ²	NO
2	MUESTRA PATRÓN AL 0 %	61.5	20	63	641	0.26 Kg/cm ²	0.26 Kg/cm ²	0.25 Kg/cm ²	SÍ
		61.5	20	63.5	632	0.26 Kg/cm ²		0.25 Kg/cm ²	SÍ
		61.5	20	64	635	0.26 Kg/cm ²		0.25 Kg/cm ²	SÍ
3	ESTABILIZADOR (Z) AL 5 %	61.5	20	63	752	0.31 Kg/cm ²	0.31 Kg/cm ²	0.25 Kg/cm ²	SÍ
		61.5	20	65	752	0.31 Kg/cm ²		0.25 Kg/cm ²	SÍ
		61.5	20	64	768	0.31 Kg/cm ²		0.25 Kg/cm ²	SÍ
4	ESTABILIZADOR (Z) AL 10 %	61.5	20	64	905	0.37 Kg/cm ²	0.37 Kg/cm ²	0.25 Kg/cm ²	SÍ
		61.5	20	63	911	0.37 Kg/cm ²		0.25 Kg/cm ²	SÍ
		61.5	20	64	902	0.37 Kg/cm ²		0.25 Kg/cm ²	SÍ
5	CEMENTO PORTLAND (TIPO IP) AL 2 %	61.5	20	63	852	0.35 Kg/cm ²	0.35 Kg/cm ²	0.25 Kg/cm ²	SÍ
		61.5	20	65	869	0.35 Kg/cm ²		0.25 Kg/cm ²	SÍ
		61.5	20	64	852	0.35 Kg/cm ²		0.25 Kg/cm ²	SÍ
6	CEMENTO PORTLAND (TIPO IP) AL 4 %	61.5	20	62.5	1056	0.43 Kg/cm ²	0.43 Kg/cm ²	0.25 Kg/cm ²	SÍ
		61.5	20	63.5	1062	0.43 Kg/cm ²		0.25 Kg/cm ²	SÍ
		61.5	20	64.5	1049	0.43 Kg/cm ²		0.25 Kg/cm ²	SÍ
7	ESTABILIZADOR (Z) AL 5% + Cemento Portland (TIPO IP) 2 %	61.5	20	63	801	0.33 Kg/cm ²	0.33 Kg/cm ²	0.25 Kg/cm ²	SÍ
		61.5	20	64	806	0.33 Kg/cm ²		0.25 Kg/cm ²	SÍ
		61.5	20	65	811	0.33 Kg/cm ²		0.25 Kg/cm ²	SÍ
8	ESTABILIZADOR (Z) AL 5% + Cemento Portland (TIPO IP) 4 %	61.5	20	64.5	856	0.35 Kg/cm ²	0.35 Kg/cm ²	0.25 Kg/cm ²	SÍ
		61.5	20	63.5	846	0.34 Kg/cm ²		0.25 Kg/cm ²	SÍ
		61.5	20	64	869	0.35 Kg/cm ²		0.25 Kg/cm ²	SÍ
9	ESTABILIZADOR (Z) AL 10% + Cemento Portland (TIPO IP) 2 %	61.5	20	63	953	0.39 Kg/cm ²	0.39 Kg/cm ²	0.25 Kg/cm ²	SÍ
		61.5	20	62.5	957	0.39 Kg/cm ²		0.25 Kg/cm ²	SÍ
		61.5	20	63	965	0.39 Kg/cm ²		0.25 Kg/cm ²	SÍ
10	ESTABILIZADOR (Z) AL 10% + Cemento Portland (TIPO IP) 4 %	61.5	20	63	1023	0.42 Kg/cm ²	0.44 Kg/cm ²	0.25 Kg/cm ²	SÍ
		61.5	20	64	1105	0.45 Kg/cm ²		0.25 Kg/cm ²	SÍ
		61.5	20	65	1145	0.47 Kg/cm ²		0.25 Kg/cm ²	SÍ
11	ESTABILIZADOR (Z) AL 7.5% + Cemento Portland (TIPO IP) 3 %	61.5	20	64	901	0.37 Kg/cm ²	0.37 Kg/cm ²	0.25 Kg/cm ²	SÍ
		61.5	20	63	905	0.37 Kg/cm ²		0.25 Kg/cm ²	SÍ
		61.5	20	64	911	0.37 Kg/cm ²		0.25 Kg/cm ²	SÍ

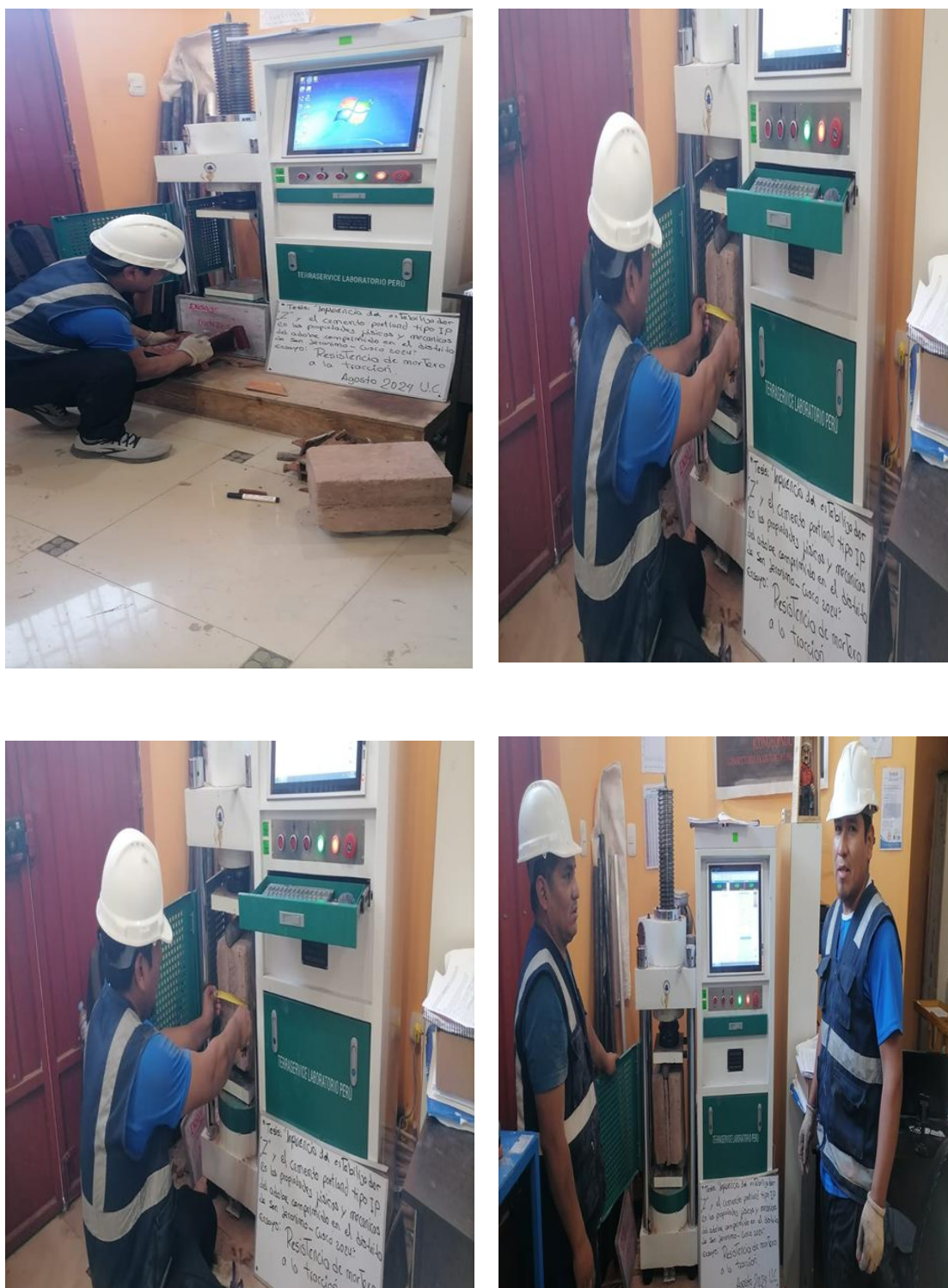
Nota: Luego de la ejecución de los ensayos experimentales, se evidenció que los muretes contruidos con adobes estabilizados mediante la adición de Estabilizador (Z) y cemento portland (tipo IP) presentan una mejora significativa en su capacidad resistente frente a los esfuerzos de compresión, en comparación con los muretes elaborados con adobe tradicional. Este incremento en la resistencia mecánica se atribuye a la optimización de la estructura interna del material.

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2.4. Resistencia de la tracción del mortero

a) Evidencias fotográficas

Figura 22. Desarrollo de ensayo resistencia de la tracción del mortero



Nota: La resistencia a la tracción del mortero mide su capacidad para resistir esfuerzos de separación, según la Norma E.080, Art. 8.3.

Fuente: Elaboración propia

b) Procesamiento de datos

Tabla 12 (a) Formato: Cálculo de resistencia de la tracción del mortero

RESISTENCIA QUE TIENE									RESISTENCIA QUE DEBE TENER	Cumple
GRUPO	Descripción	Largo	Ancho	Altura	Área	Dial	f m (Res. Unitaria a la tracción)	f'm (Res. Car. a la tracción promedio)	f'm (Res. Car. a la tracción)	
		cm	cm	cm	cm2	kg				
1	ADOBE CONVENCIONAL	30	20	22	600	121	0.101 Kg/cm2	0.10 Kg/cm2	0.12 Kg/cm2	NO
		30	20	23	600	135	0.113 Kg/cm2		0.12 Kg/cm2	NO
		30	20	22.5	600	104	0.087 Kg/cm2		0.12 Kg/cm2	NO
2	MUESTRA PATRÓN AL 0 %	30	20	23	600	156	0.130 Kg/cm2	0.13 Kg/cm2	0.12 Kg/cm2	SÍ
		30	20	22	600	168	0.140 Kg/cm2		0.12 Kg/cm2	SÍ
		30	20	22.5	600	159	0.133 Kg/cm2		0.12 Kg/cm2	SÍ
3	ESTABILIZADOR (Z) AL 5 %	30	20	23	600	185	0.154 Kg/cm2	0.16 Kg/cm2	0.12 Kg/cm2	SÍ
		30	20	22.5	600	194	0.162 Kg/cm2		0.12 Kg/cm2	SÍ
		30	20	22	600	201	0.168 Kg/cm2		0.12 Kg/cm2	SÍ
4	ESTABILIZADOR (Z) AL 10 %	30	20	22	600	254	0.212 Kg/cm2	0.21 Kg/cm2	0.12 Kg/cm2	SÍ
		30	20	22.5	600	248	0.207 Kg/cm2		0.12 Kg/cm2	SÍ
		30	20	23	600	260	0.217 Kg/cm2		0.12 Kg/cm2	SÍ
5	CEMENTO PORTLAND (TIPO IP) AL 2 %	30	20	23	600	202	0.168 Kg/cm2	0.17 Kg/cm2	0.12 Kg/cm2	SÍ
		30	20	22.5	600	210	0.175 Kg/cm2		0.12 Kg/cm2	SÍ
		30	20	22	600	207	0.173 Kg/cm2		0.12 Kg/cm2	SÍ
6	CEMENTO PORTLAND (TIPO IP) AL 4 %	30	20	22	600	258	0.215 Kg/cm2	0.22 Kg/cm2	0.12 Kg/cm2	SÍ
		30	20	22.5	600	269	0.224 Kg/cm2		0.12 Kg/cm2	SÍ
		30	20	23	600	248	0.207 Kg/cm2		0.12 Kg/cm2	SÍ
7	ESTABILIZADOR (Z) AL 5 % + Cemento Portland (TIPO IP) 2 %	30	20	22	600	201	0.168 Kg/cm2	0.17 Kg/cm2	0.12 Kg/cm2	SÍ
		30	20	23	600	215	0.179 Kg/cm2		0.12 Kg/cm2	SÍ
		30	20	23	600	207	0.173 Kg/cm2		0.12 Kg/cm2	SÍ
8	ESTABILIZADOR (Z) AL 5 % + Cemento Portland (TIPO IP) 4 %	30	20	25.5	600	256	0.213 Kg/cm2	0.22 Kg/cm2	0.12 Kg/cm2	SÍ
		30	20	23	600	268	0.223 Kg/cm2		0.12 Kg/cm2	SÍ
		30	20	22	600	257	0.214 Kg/cm2		0.12 Kg/cm2	SÍ

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12 (b). Formato: Cálculo de resistencia de la tracción del mortero

RESISTENCIA QUE TIENE								RESISTENCIA QUE DEBE TENER	Cumple	
GRUPO	Descripción	Largo	Ancho	Altura	Área	Dial	f m (Res. Unitaria a la tracción)	f m (Res. Car. a la tracción promedio)		f m (Res. Car. a la tracción)
		cm	cm	cm	cm2	kg				
9	ESTABILIZADOR (Z)	30	20	22	600	302	0.252 Kg/cm2	0.26 Kg/cm2	0.12 Kg/cm2	SÍ
	AL 10 % + Cemento	30	20	23	600	314	0.262 Kg/cm2		0.12 Kg/cm2	SÍ
	Portland (TIPO IP) 2 %	30	20	23	600	308	0.257 Kg/cm2		0.12 Kg/cm2	SÍ
10	ESTABILIZADOR (Z)	30	20	25.5	600	384	0.320 Kg/cm2	0.32 Kg/cm2	0.12 Kg/cm2	SÍ
	AL 10 % + Cemento	30	20	23	600	395	0.329 Kg/cm2		0.12 Kg/cm2	SÍ
	Portland (TIPO IP) 4 %	30	20	22	600	369	0.308 Kg/cm2		0.12 Kg/cm2	SÍ
11	ESTABILIZADOR (Z)	30	20	22	600	224	0.187 Kg/cm2	0.19 Kg/cm2	0.12 Kg/cm2	SÍ
	AL 7.5% + Cemento	30	20	23	600	234	0.195 Kg/cm2		0.12 Kg/cm2	SÍ
	Portland (TIPO IP) 3 %	30	20	23	600	228	0.190 Kg/cm2		0.12 Kg/cm2	SÍ

Nota: Tras la ejecución de los ensayos experimentales, se constató que el mortero modificado con la adición de estabilizador (Z) y cemento portland (tipo IP) exhibe una mejora significativa en su resistencia a los esfuerzos de tracción en comparación con el mortero tradicional. Esta mejora se atribuye a una mayor cohesión y una mejor adherencia entre los componentes.

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2.5. Análisis y de costos unitarios del adobe tradicional y mejorado

Los análisis de precios unitarios permiten, para esta investigación, determinar el costo de elaborar una unidad de adobe tradicional y mejorado. A continuación, se muestra el análisis realizado para la obtención de dichos costos.

El análisis y los costos unitarios del adobe tradicional y mejorado es un proceso que permite determinar cuánto cuesta producir una unidad de cada tipo de adobe, considerando todos los recursos utilizados. Esto ayuda a identificar cuál opción es más económica y eficiente, además de evaluar la calidad y durabilidad de cada uno para tomar decisiones informadas en proyectos de construcción.

A continuación, se muestra el análisis realizado para la obtención de dichos costos y variación de cada adobe mejorado con respecto al adobe tradicional. De igual manera, los análisis de precios unitarios se muestran en los anexos.

Para la realización de los análisis se tomó en referencia los costos de mano de obra, costos de herramientas, equipos y materiales, tal como se detalla:

- El consumo de agua está de acuerdo al Pliego tarifario de mayo 2024 PLIEGO TARIFARIO EPS SEDACUSCO S. A. (CUSCO) donde la tarifa de agua potable es de S/5.00 por m³
- La tierra utilizada para elaborar los adobes es proporcionada por los pobladores que tienen chacras. Asumiremos un costo de S/ 20.00 por m³, estimado de las horas hombre requeridas.
- El aditivo estabilizador (Z) tiene un costo de S/ 115.00 el balde de 20 litros.
- El costo del cemento portland (tipo IP de 42.5KG) es de S/29.00
- Los precios indicados incluyen IGV.

Se muestra una vivienda típica del distrito de San Jerónimo la cual se tomará como referencia para ver la variación de costos en cada espécimen.

Figura 23. Casa típica de adobe en la zona de San Jerónimo - Cusco



En la Figura 37, Casa típica de adobe en la zona de San Jerónimo se observa una vivienda de adobe, típica del distrito de San Jerónimo - Cusco. A continuación, se hace un comparativo de costos utilizando adobes convencionales y el adobe mejorado.

Cantidad de adobes en una vivienda de $L = 8.00\text{m}$ X $A = 4.00\text{m}$ X $H = 5.00\text{m}$, dimensiones de unidades de adobes de $0.30 \times 0.20 \times 0.10 \text{ cm}$, considerando que se utilizará 32 adobes por 1 m², en muro de cabeza, haciendo un total de $120 \text{ m}^2 \times 32 \text{ und} = 3840 \text{ unidades}$.

- Costo de la unidad de adobe tradicional: S/ 0.88. (Ver Anexo hoja ítem: 001)

Tabla 13 . Presupuesto de construcción con adobe tradicional

Ítem	Descripción	Und	Cantidad	P. Unitario	Total
1	Adobe tradicional	UND	3.840.00	S/ 0.88	S/ 3.379.20

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Presupuesto de construcción con adobes mejorados

Ítem	Descripción	Und	Cantidad	P. Unitario	Total
2	Muestra patron al 0 %	UND	3.840.00	1.06	4.070.40
3	Estabilizador (Z) al 5 %	UND	3.840.00	1.37	5.260.80
4	Estabilizador (Z) al 10 %	UND	3.840.00	1.68	6.451.20
5	Cemento portland (tipo ip) al 2%	UND	3.840.00	1.20	4.608.00
6	Cemento portland (tipo ip) al 4 %	UND	3.840.00	1.35	5.184.00
7	Estabilizador (Z) al 5 % + Cemento portland (tipo IP) 2 %	UND	3.840.00	1.51	5.798.40
8	Estabilizador (Z) al 5 % + Cemento portland (tipo IP) 4 %	UND	3.840.00	1.66	6.374.40
9	Estabilizador (Z) al 10 % + Cemento portland (tipo IP) 2 %	UND	3.840.00	1.82	6.988.80
10	Estabilizador (Z) al 10 % + Cemento portland (tipo IP) 4 %	UND	3.840.00	1.97	7.564.80
11	Estabilizador (Z) al 7.5 % + Cemento portland (tipo IP) 3 %	UND	3.840.00	1.74	6.681.60

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Presupuesto de construcción con adobe tradicional y mejorado. Comparativo de costo para una vivienda utilizando adobe tradicional y adobe mejorado

VARIACIÓN DE COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA CON ADOBE (CONVENCIONAL VS MEJORADO)						
Detalles			Con adobe convencional	Con adobe mejorado	Variación (S/.) (adobe: convencional vs mejorado)	
Ítem	Tipo	unidad	Total (s/.)	Total (s/.)	Variación (s/.)	Variación (%)
2	Muestra patrón al 0 %	s/.	3.379.20	4.070.40	691.20	17 %
3	Estabilizador (Z) al 5 %	s/.	3.379.20	5.260.80	1.881.60	36 %
4	Estabilizador (Z) al 10 %	s/.	3.379.20	6.451.20	3.072.00	48 %
5	Cemento portland (tipo IP) al 2 %	s/.	3.379.20	4.608.00	1.228.80	27 %
6	Cemento portland (tipo IP) al 4 %	s/.	3.379.20	5.184.00	1.804.80	35 %
7	Estabilizador (Z) al 5 % + Cemento Portland (tipo IP) 2 %	s/.	3.379.20	5.798.40	2.419.20	42 %
8	Estabilizador (Z) al 5 % + Cemento portland (tipo IP) 4 %	s/.	3.379.20	6.374.40	2.995.20	47 %
9	Estabilizador (Z) al 10 % + Cemento portland (tipo IP) 2 %	s/.	3.379.20	6.988.80	3.609.60	52 %
10	Estabilizador (Z) al 10 % + Cemento Portland (tipo IP) 4 %	s/.	3.379.20	7.564.80	4.185.60	55 %
11	Estabilizador (Z) al 7.5% + Cemento Portland (tipo IP) 3 %	s/.	3.379.20	6.681.60	3.302.40	49 %

Fuente: Elaboración propia

Nota: Detalle de los análisis de precios unitarios se muestran en los anexos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO

4.1.1.1. Ensayo de la Absorción

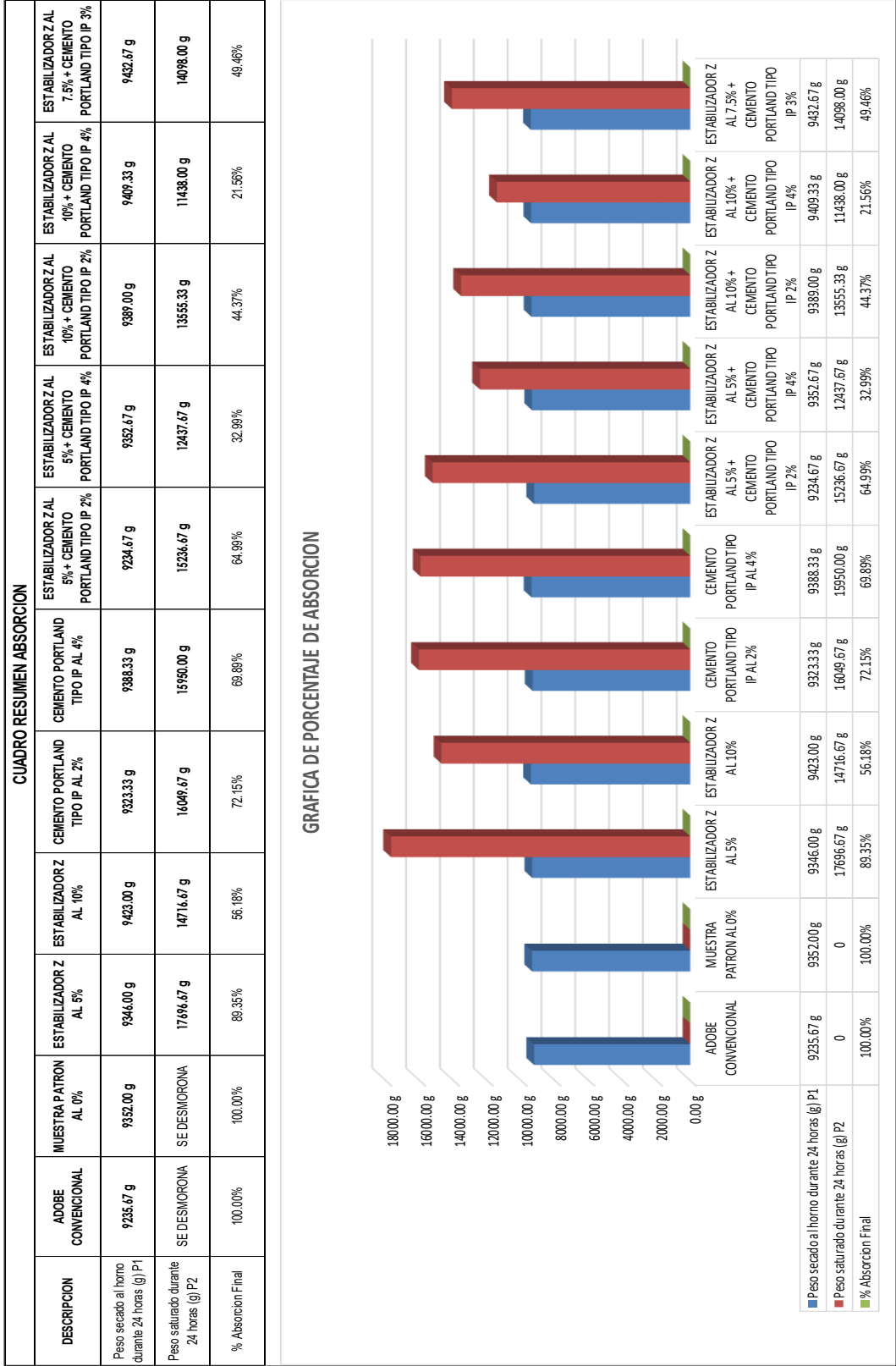
Tabla 16. Resultados (ensayo de absorción)

Nº	DESCRIPCIÓN	% DE ABSORCIÓN
1	Adobe Convencional	100.00 %
2	Muestra Patrón AL 0 %	100.00 %
3	Estabilizador (Z) AL 5 %	89.35 %
4	Estabilizador (Z) AL 10 %	56.18 %
5	Cemento Portland (Tipo IP) AL 2 %	72.15 %
6	Cemento Portland (Tipo IP) AL 4 %	69.89 %
7	Estabilizador (Z) AL 5 % + Cemento Portland (Tipo IP) 2 %	64.99 %
8	Estabilizador (Z) AL 5 % + Cemento Portland (Tipo IP) 4 %	32.99 %
9	Estabilizador (Z) AL 10 % + Cemento Portland (Tipo IP) 2 %	44.37 %
10	Estabilizador (Z) AL 10 % + Cemento Portland (Tipo IP) 4%	21.56 %
11	Estabilizador (Z) AL 7.5 % + Cemento Portland (Tipo IP) 3%	49.46 %

Nota: En la tabla 16, se puede observar que el adobe convencional y adobe comprimido tienen una absorción del 100 %, en cambio el adobe estabilizado con estabilizador (Z) y cemento portland presentan una mejora a la absorción, siendo la combinación de Estabilizador (Z) al 10 % + Cemento portland (tipo IP) al 4 % más óptima, ya que su porcentaje de absorción es de 21.56 %. Según la norma E070, este porcentaje se encuentra dentro de lo aceptable, porque es menor al 22 %.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Gráfico de columnas (ensayo de absorción)



Nota: Este cuadro resume el proceso y la importancia del ensayo de absorción en la fabricación de adobes.

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.2. Ensayo de la Succión

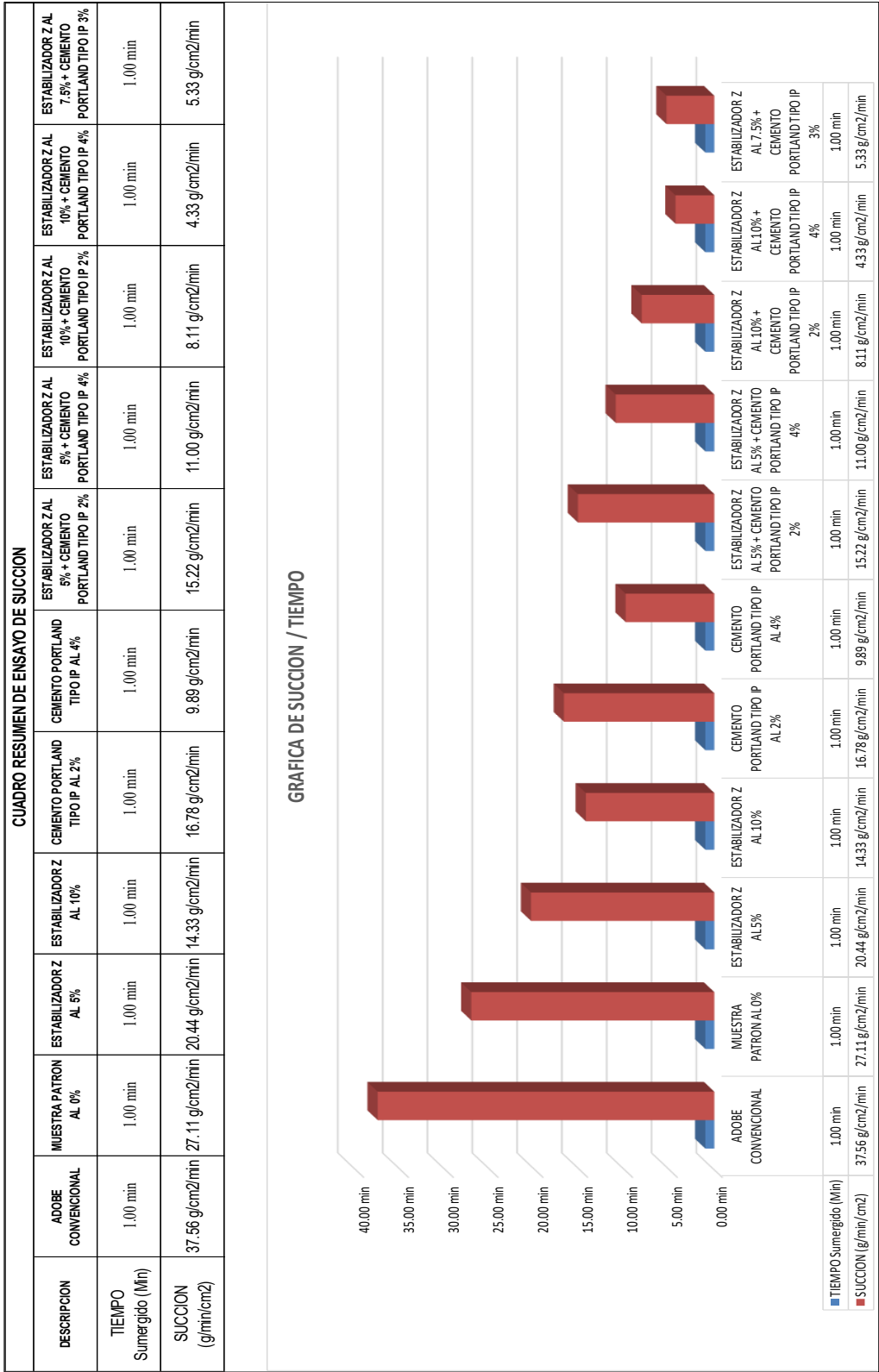
Tabla 18. Resultados (ensayo de succión)

Nº	Descripción	SUCCIÓN (g/min/cm2)
1	Adobe Convencional	37.56
2	Muestra Patrón Al 0 %	27.11
3	Estabilizador (Z) AL 5 %	20.44
4	Estabilizador (Z) AL 10 %	14.33
5	Cemento Portland (Tipo IP) AL 2 %	16.78
6	Cemento Portland (Tipo IP) AL 4 %	9.89
7	Estabilizador (Z) Al 5 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 2 %	15.22
8	Estabilizador (Z) Al 5 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 4 %	11.00
9	Estabilizador (Z) Al 10 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 2 %	8.11
10	Estabilizador (Z) Al 10 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 4 %	4.33
11	Estabilizador (Z) Al 7.5 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 3 %	5.33

Nota: En la Tabla 18, se puede evidenciar que el adobe convencional y adobe comprimido tienen un alto valor de succión, en cambio el adobe estabilizado con estabilizador (Z) y cemento portland (tipo IP) presentan una mejora a la succión, siendo la combinación de estabilizador (Z) al 10 % + cemento portland (tipo IP) al 4 %, lo que presenta un menor grado de succión de 4.33 g/min/cm2 con respecto a los demás adobes estabilizados.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Gráfico de columnas (ensayo de succión)



Nota: El gráfico de columnas muestra la cantidad de agua absorbida por distintos tipos de adobe en el ensayo de succión, permitiendo comparar su resistencia a la humedad según el tipo de mezcla o estabilizante usado.

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.3. Ensayo Erosión Acelerada Swinburne

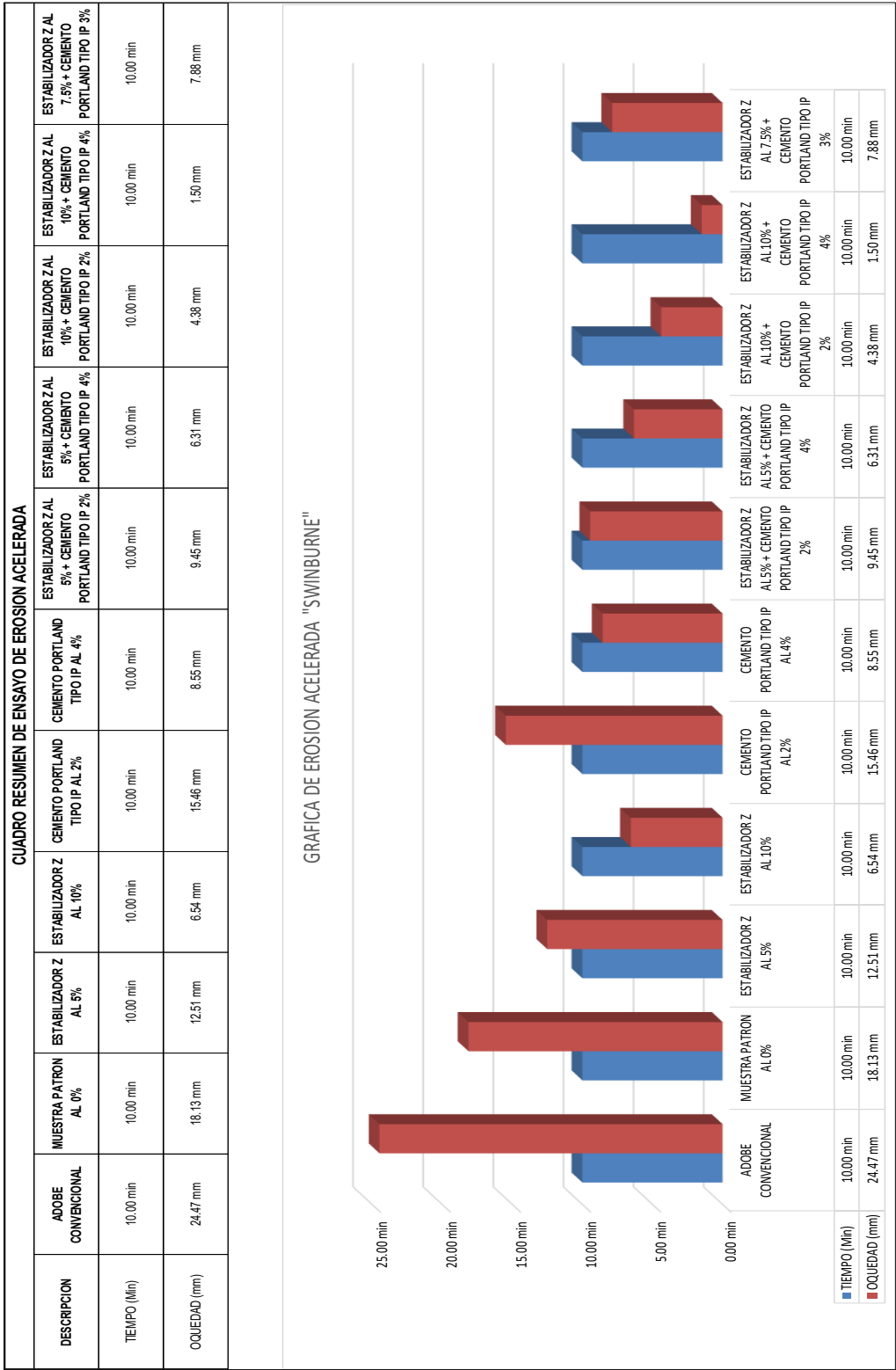
Tabla 20. Resultados (erosión acelerada)

N°	Descripción	OQUEDAD
		(mm)
1	Adobe Convencional	24.47 Mm
2	Muestra Patrón Al 0 %	18.13 Mm
3	Estabilizador (Z) Al 5 %	12.51 Mm
4	Estabilizador (Z) Al 10 %	6.54 Mm
5	Cemento Portland (Tipo IP) AL 2 %	15.46 Mm
6	Cemento Portland (Tipo IP) AL 4 %	8.55 Mm
7	Estabilizador (Z) Al 5 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 2 %	9.45 Mm
8	Estabilizador (Z) Al 5 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 4 %	6.31 Mm
9	Estabilizador (Z) Al 10 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 2 %	4.38 Mm
10	Estabilizador (Z) Al 10 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 4 %	1.50 Mm
11	Estabilizador (Z) Al 7.5 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 3 %	7.88 Mm

Nota: En la Tabla 20 se puede evidenciar que el adobe convencional y adobe comprimido tienen un alto valor de erosión, en cambio los adobes estabilizados con estabilizador (Z) y cemento Portland (tipo IP) presentan una mejora a la erosión, siendo la combinación de Estabilizador (Z) al 10 % + Cemento Portland (tipo IP) al 4 %, la que presenta un grado de erosión de 1.50 mm con respecto a los demás adobes estabilizados. Este valor indica que tiene una alta resistencia a la erosión según la tabla de valores de la norma (SAET) UNE 41410:2008.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Gráfico de columnas (ensayo de erosión acelerada)



Nota: El gráfico de columnas del ensayo de erosión acelerada muestra la cantidad de material perdido por distintos tipos de adobe al ser expuestos al agua, permitiendo comparar su resistencia a la erosión.

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO

4.1.2.1. Ensayo resistencia a la compresión de adobes (NTP E. 080)

Tabla 22. Resultados (resistencia a la compresión de adobes)

N°	Descripción	Res. que debe tener (kg/cm ²)	Res. Alcanzada (kg/cm ²)
1	Adobe Tradicional	10.20 Kg/cm ²	10.20 Kg/cm ²
2	Muestra Patrón 0 %	10.20 Kg/cm ²	10.83 Kg/cm ²
3	Estabilizador (Z) Al 5 %	10.20 Kg/cm ²	11.84 Kg/cm ²
4	Estabilizador (Z) Al 10 %	10.20 Kg/cm ²	12.83 Kg/cm ²
5	Cemento Portland (Tipo IP) AL 2 %	10.20 Kg/cm ²	11.62 Kg/cm ²
6	Cemento Portland (Tipo IP) AL 4 %	10.20 Kg/cm ²	13.19 Kg/cm ²
7	Estabilizador (Z) Al 5 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 2 %	10.20 Kg/cm ²	12.61 Kg/cm ²
8	Estabilizador (Z) Al 5 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 4 %	10.20 Kg/cm ²	13.46 Kg/cm ²
9	Estabilizador (Z) Al 10 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 2 %	10.20 Kg/cm ²	13.04 Kg/cm ²
10	Estabilizador (Z) Al 10 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 4 %	10.20 Kg/cm ²	14.41 Kg/cm ²
11	Estabilizador (Z) Al 7.5 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 3 %	10.20 Kg/cm ²	13.02 Kg/cm ²

Nota: En la tabla 22 se puede evidenciar que todas las muestras analizadas presentan valores iguales o superiores a **10.20 kg/cm²**, lo que confirma que cumplen con los criterios exigidos por la norma y pueden emplearse estructuralmente.

- Adobe con mejor desempeño en resistencia
La mezcla que combina Estabilizador (Z) al 10 % + cemento portland (tipo IP) al 4 % presenta la mayor resistencia alcanzada, con un valor de 14.41 kg/cm².
- Impacto del estabilizador (Z) y del cemento portland (tipo IP)
Se observa que el incremento en la proporción de estabilizador (Z) favorece la resistencia del adobe, elevando los valores de 11.84 kg/cm² con un 5 % de aditivo a 12.83 kg/cm² con un 10 %.
- Por su parte, el uso del cemento portland (tipo IP) también contribuye al refuerzo del material, logrando una resistencia de 13.19 kg/cm² al 4 %.
- La combinación de ambos estabilizantes genera los mejores resultados, especialmente cuando se utilizan en proporciones más altas.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Gráfico de columnas (ensayo de compresión de adobes)



Nota: El gráfico muestra la pérdida de material por erosión en distintos adobes, comparando su resistencia al agua.

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.2. Ensayo resistencia a la compresión de pilas de adobes (NTP E. 080)

Tabla 24. Resultados (resistencia a la compresión de pilas de adobe)

N°	Descripción	f'm (Res. que debe de tener) (kg/cm ²)	f m (Res. Unit. al corte alcanzado) (kg/cm ²)
1	Adobe Tradicional	6.10 Kg/Cm2	5.92 Kg/Cm2
2	Muestra Patrón 0%	6.10 Kg/Cm2	6.66 Kg/Cm2
3	Estabilizador (Z) Al 5 %	6.10 Kg/Cm2	8.55 Kg/Cm2
4	Estabilizador (Z) Al 10 %	6.10 Kg/Cm2	10.05 Kg/Cm2
5	Cemento Portland (Tipo Ip) Al 2 %	6.10 Kg/Cm2	7.59 Kg/Cm2
6	Cemento Portland (Tipo Ip) Al 4 %	6.10 Kg/Cm2	9.26 Kg/Cm2
7	Estabilizador (Z) Al 5 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 2 %	6.10 Kg/Cm2	7.90 Kg/Cm2
8	Estabilizador (Z) Al 5 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 4 %	6.10 Kg/Cm2	8.89 Kg/Cm2
9	Estabilizador (Z) Al 10 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 2 %	6.10 Kg/Cm2	9.25 Kg/Cm2
10	Estabilizador (Z) Al 10 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 4 %	6.10 Kg/Cm2	10.81 Kg/Cm2
11	Estabilizador (Z) Al 7.5 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 3 %	6.10 Kg/Cm2	8.35 Kg/Cm2

Nota: En la tabla 24 se puede evidenciar que, según los valores obtenidos, todas las muestras analizadas cumplen o superan el requisito mínimo de 6.10 kg/cm², con la excepción del adobe tradicional, que presenta una resistencia de 5.92 kg/cm², ubicándose por debajo de la resistencia mínima requerida según norma.

- Adobe con mayor resistencia alcanzada

La mezcla que combina estabilizador (Z) al 10 % y cemento portland (tipo IP) al 4 % muestra la mejor resistencia, con un valor de 10.81 kg/cm².

Este resultado indica que la combinación de ambos estabilizantes genera un adobe con una capacidad estructural considerablemente superior a la de las otras mezclas.

- Impacto del estabilizador (Z) y del cemento portland (tipo IP)

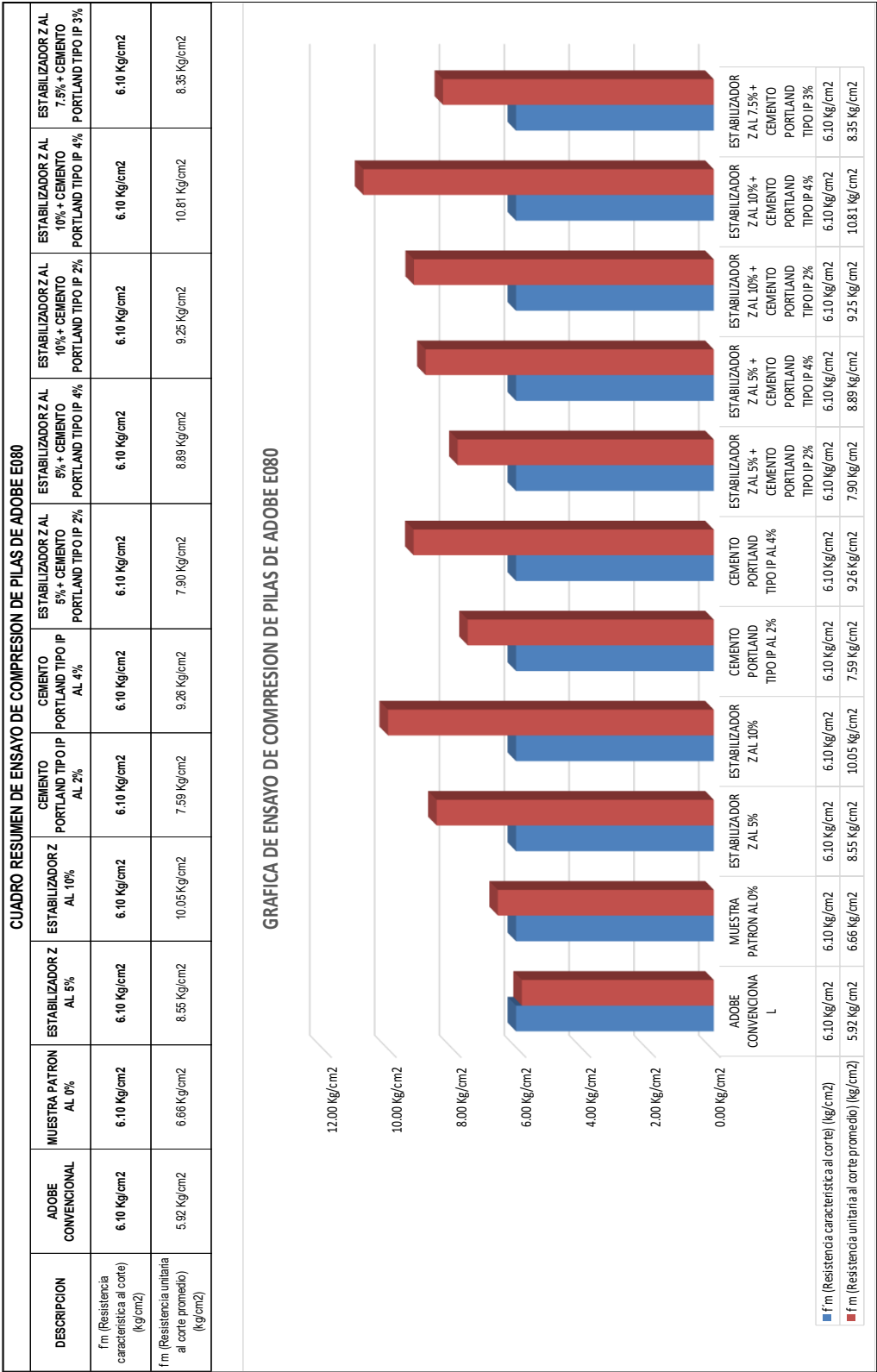
Se observa un aumento progresivo en la resistencia conforme se incrementa la proporción de Estabilizador Z, pasando de 8.55 kg/cm² con un 5 % de aditivo a 10.05 kg/cm² con un 10 %.

Por su parte: El uso exclusivo de este cemento portland (tipo IP) también fortalece la estructura del adobe, alcanzando 9.26 kg/cm² cuando se incorpora un 4 %.

- La combinación de ambos estabilizantes genera los mejores resultados, especialmente cuando se utilizan en proporciones más altas.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Gráfico de columnas (ensayo de compresión de pilas)



Nota: El gráfico de columnas del ensayo de compresión de pilas muestra la resistencia axial de muretes de adobe con distintas mezclas, permitiendo comparar su capacidad estructural.

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.3. Ensayo resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe (NTP E. 080)

Tabla 26. Resultados (resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe)

N°	Descripción	f'm (Res. que debe de tener (kg/cm ²))	f'm (Res. Uni. al corte promedio) (kg/cm ²)
1	Adobe Tradicional	0.25 Kg/Cm ²	0.24 Kg/Cm ²
2	Muestra Patrón 0 %	0.25 Kg/Cm ²	0.26 Kg/Cm ²
3	Estabilizador (Z) Al 5 %	0.25 Kg/Cm ²	0.31 Kg/Cm ²
4	Estabilizador (Z) Al 10 %	0.25 Kg/Cm ²	0.37 Kg/Cm ²
5	Cemento Portland (Tipo IP) AL 2 %	0.25 Kg/Cm ²	0.35 Kg/Cm ²
6	Cemento Portland (Tipo IP) AL 4 %	0.25 Kg/Cm ²	0.43 Kg/Cm ²
7	Estabilizador (Z) Al 5 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 2 %	0.25 Kg/Cm ²	0.33 Kg/Cm ²
8	Estabilizador (Z) Al 5 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 4 %	0.25 Kg/Cm ²	0.35 Kg/Cm ²
9	Estabilizador (Z) Al 10 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 2 %	0.25 Kg/Cm ²	0.39 Kg/Cm ²
10	Estabilizador (Z) Al 10 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 4 %	0.25 Kg/Cm ²	0.44 Kg/Cm ²
11	Estabilizador (Z) Al 7.5 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 3 %	0.25 Kg/Cm ²	0.37 Kg/Cm ²

Nota: En la tabla 26 se puede evidenciar que los datos revelan que todas las muestras ensayadas alcanzan o superan el mínimo exigido de 0.25 kg/cm², con excepción del adobe tradicional, que obtuvo un resultado de 0.24 kg/cm², ubicándose por debajo de la resistencia mínima requerida según norma.

Esto indica que el adobe sin estabilización no posee la resistencia necesaria para garantizar un adecuado comportamiento estructural frente a esfuerzos de corte.

- Adobe que alcanzó la mayor resistencia al corte

La mejor resistencia registrada corresponde a la mezcla con estabilizador (Z) al 10 % combinado con cemento portland (tipo IP) al 4 %, logrando 0.44 kg/cm².

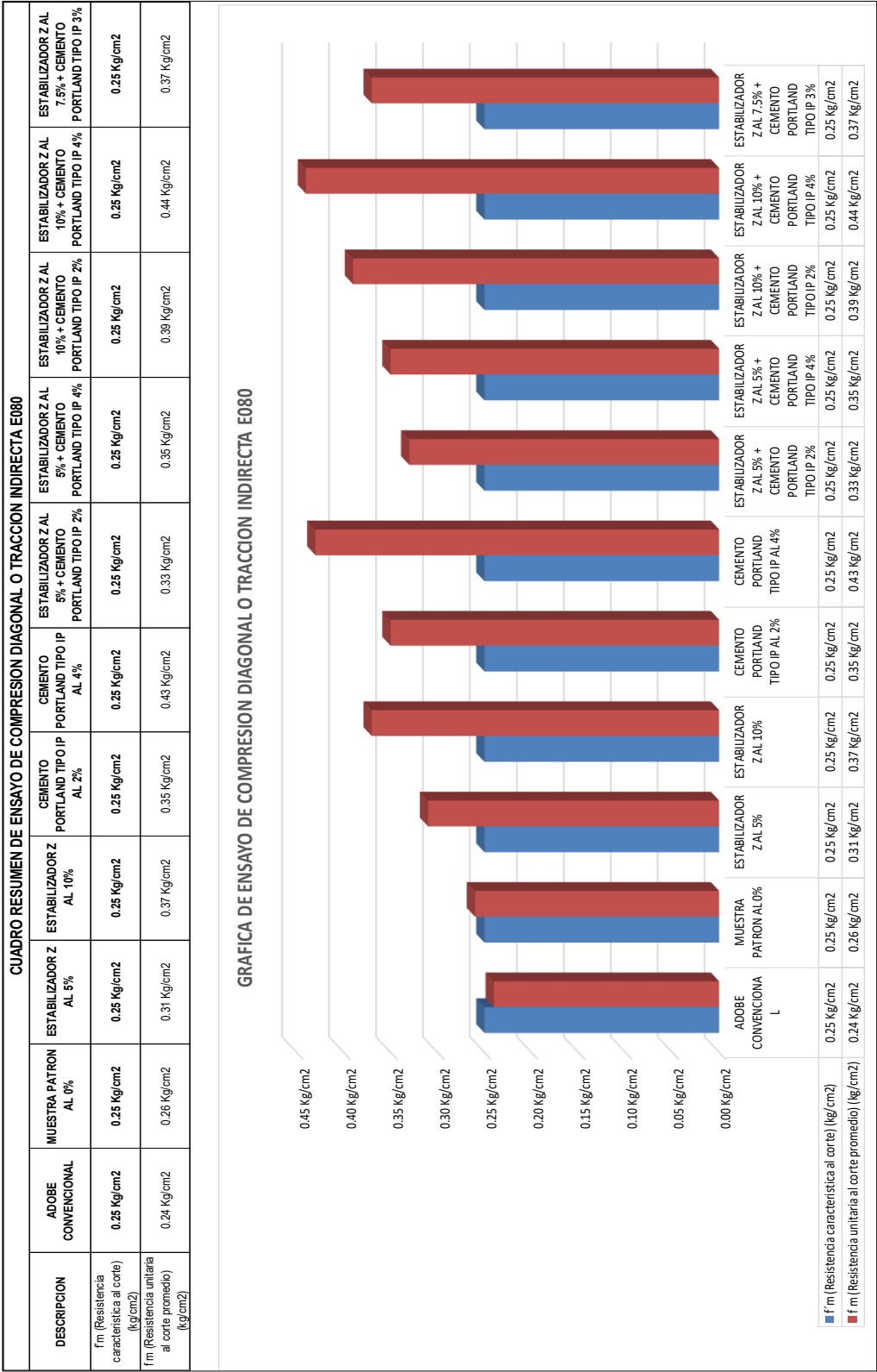
Este resultado sugiere que la combinación de ambos estabilizantes proporciona una mejora significativa en la resistencia del material ante fuerzas de corte.

Por su parte: El uso exclusivo de este cemento portland (tipo IP) permite apreciar un aumento considerable en la resistencia con su incorporación, alcanzando 0.35 kg/cm² al 2 % y 0.43 kg/cm² al 4 %.

- La combinación de ambos estabilizantes genera los mejores resultados, especialmente cuando se utilizan en proporciones más altas.

Fuente: De autoría propia

Tabla 27. Gráfico de columnas (ensayo de compresión diagonal de muretes de adobes)



Nota: El gráfico de columnas del ensayo de compresión diagonal muestra la resistencia al corte de muretes de adobe, permitiendo comparar su comportamiento sísmico.

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.4. Ensayo resistencia a la tracción del mortero (NTP E. 080)

Tabla 28. Resultados (resistencia a la tracción del mortero)

N°	Descripción	f' m (Res. que debe de tener (kg/cm2))	f m (Res. Unit. a la tracción) obtenida
1	Muestra Tradicional	0.12 Kg/Cm2	0.10 Kg/Cm2
2	Muestra Patrón 0 %	0.12 Kg/Cm2	0.13 Kg/Cm2
3	Estabilizador (Z) Al 5 %	0.12 Kg/Cm2	0.16 Kg/Cm2
4	Estabilizador (Z) Al 10 %	0.12 Kg/Cm2	0.21 Kg/Cm2
5	Cemento Portland (Tipo IP) AL 2 %	0.12 Kg/Cm2	0.18 Kg/Cm2
6	Cemento Portland (Tipo IP) AL 4 %	0.12 Kg/Cm2	0.22 Kg/Cm2
7	Estabilizador (Z) Al 5 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 2 %	0.12 Kg/Cm2	0.18 Kg/Cm2
8	Estabilizador (Z) Al 5 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 4 %	0.12 Kg/Cm2	0.22 Kg/Cm2
9	Estabilizador (Z) Al 10 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 2 %	0.12 Kg/Cm2	0.26 Kg/Cm2
10	Estabilizador (Z) Al 10 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 4 %	0.12 Kg/Cm2	0.32 Kg/Cm2
11	Estabilizador (Z) Al 7.5 % + Cemento Portland (Tipo Ip) 3 %	0.12 Kg/Cm2	0.19 Kg/Cm2

Nota: La mayoría de los morteros analizados igualan o superan el valor de referencia de 0.12 kg/cm², con la excepción del mortero Tradicional, que obtuvo 0.10 kg/cm², situándose por debajo del límite establecido.

Esto indica que el mortero en su estado natural **posee una resistencia a la tracción reducida**, lo que puede afectar su desempeño estructural en ausencia de estabilizantes.

- Mortero con la mayor resistencia a la tracción

La combinación con Estabilizador (Z) al 10 % y cemento Portland (tipo IP) al 4 % registró el valor más alto (0.32 kg/cm²).

Este resultado sugiere que la combinación de ambos estabilizantes proporciona una mejora significativa en la resistencia del material ante fuerzas de corte.

- Impacto del estabilizador (Z) y el cemento Portland en la resistencia a la tracción

Se observa un aumento progresivo en la resistencia conforme se incrementa la proporción de Estabilizador Z. Al 5 %, se alcanza 0.16 kg/cm², mientras que al 10 %, se llega a 0.21 kg/cm².

Por su parte: El uso exclusivo de este cemento Portland (tipo IP), también favorece la resistencia a la tracción. Con un 2 %, se obtiene 0.18 kg/cm², y con un 4 %, el valor sube a 0.22 kg/cm².

- La combinación de ambos estabilizantes genera los mejores resultados, especialmente cuando se utilizan en proporciones más altas.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Gráfico de columnas (ensayo de resistencia a la tracción del mortero)



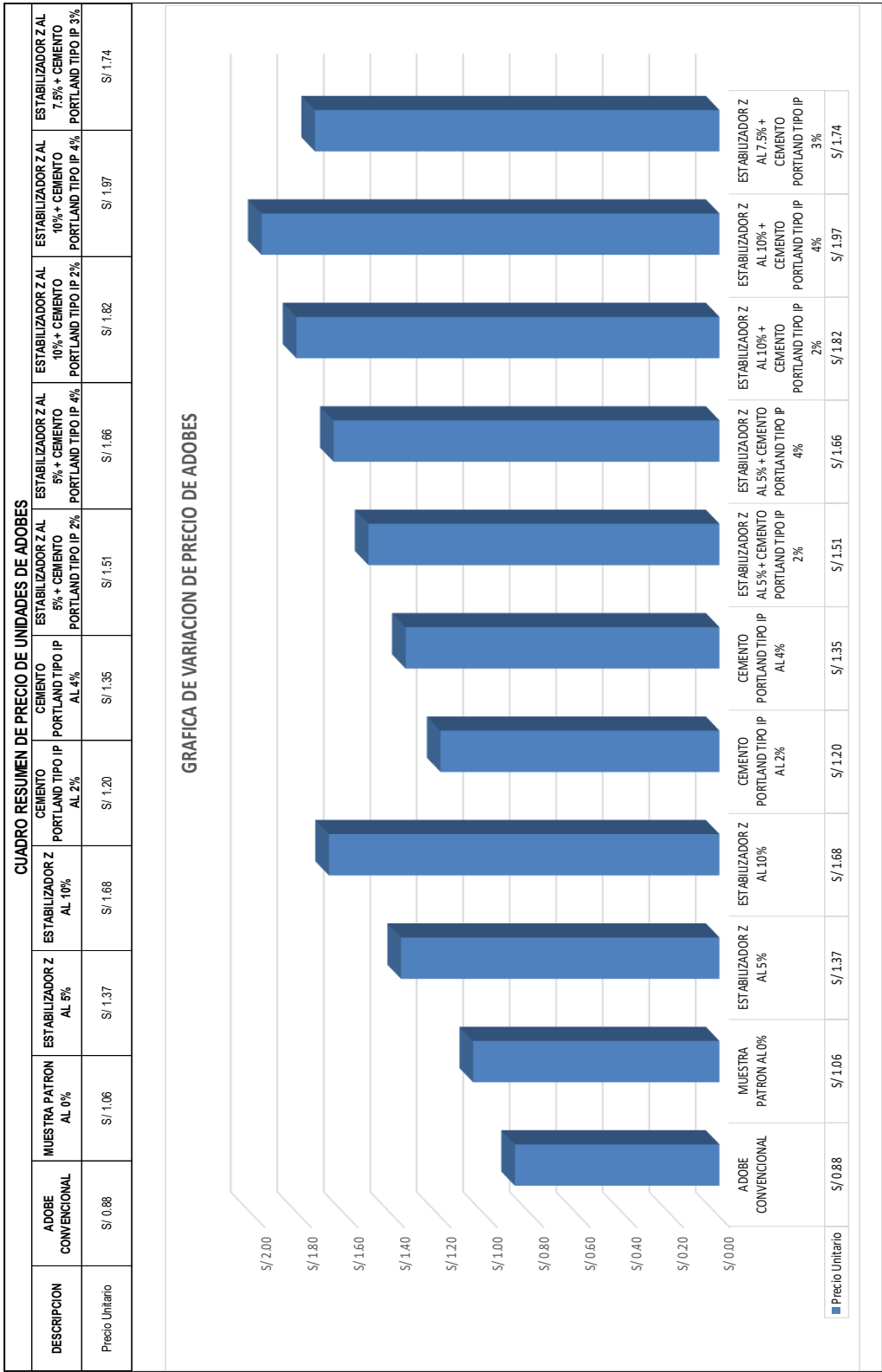
Nota: El gráfico de columnas del ensayo de resistencia a la tracción, muestra la fuerza máxima soportada por diferentes mezclas de mortero, permitiendo comparar su cohesión y cumplimiento con la Norma E.080.

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO

El estudio de precios unitarios evidencia que el costo del adobe se incrementa al incorporar estabilizantes, dependiendo del tipo y proporción utilizados. El adobe convencional es el más económico (S/ 0.88), aunque limitado en durabilidad y resistencia. Las mezclas con estabilizador (Z) y cemento portland (tipo IP) elevan el costo progresivamente, alcanzando el valor más alto con (Z) al 10 % + cemento portland (tipo IP) al 4 % (S/ 1.97). Sin embargo, algunas combinaciones equilibradas, como estabilizador (Z) al 5 % + cemento portland (tipo IP) al 2 % (S/ 1.51), ofrecen mejor relación entre costo y desempeño. En general, el mayor costo de los adobes mejorados se justifica por sus ventajas técnicas y estructurales.

Tabla 30. Gráfico de columnas (variación de precios de unidades de adobe)



Nota: El gráfico de columnas muestra la variación de precios de diferentes tipos de adobe, según características, permitiendo analizar las tendencias y la variabilidad de costos.

Fuente: Elaboración propia

4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se presenta el análisis e interpretación de los resultados obtenidos a lo largo del estudio, estableciendo comparaciones con investigaciones anteriores relacionadas con el uso del estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP). Se examinan detalladamente los datos obtenidos en las pruebas de laboratorio, tanto en lo referente a las propiedades físicas como a las propiedades mecánicas de los especímenes. El propósito de este análisis es identificar puntos en común, coincidencias o discrepancias entre los resultados del presente trabajo y los hallazgos de estudios previos.

4.2.1. Discusión de resultados respecto a antecedentes

D1:

En el estudio realizado por Ccorimanya Usca (5), se observó que los adobes fabricados con cemento y Sika 1 muestran una capacidad considerable para absorber agua. Según los resultados obtenidos, la cantidad de agua que los adobes pueden absorber varía entre 12.78 gramos y 12.49 gramos por cada 200 cm² de superficie, valores que se encuentran dentro de los rangos establecidos por la Norma Técnica E.070, que permite una absorción entre 10 y 20 gramos por 200 cm². A pesar de que estos valores cumplen con los límites establecidos por la normativa, es fundamental considerar que una absorción elevada podría tener implicaciones en la durabilidad del material. Sin embargo, la adición de Sika 1 parece tener un efecto positivo, ya que muestra una absorción ligeramente más baja en comparación con los adobes que solo contienen cemento, lo que sugiere una mejora en las propiedades de retención de agua.

En nuestra presente investigación, se observó que tanto el adobe convencional como el adobe comprimido presentan un alto grado de absorción, lo que implica que son muy susceptibles al agua. Sin embargo, cuando se utilizan estabilizantes como el Estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP), la capacidad de succión disminuye considerablemente.

La combinación de estabilizador (Z) al 10 % con cemento portland (tipo IP) al 4 % mostró la menor tasa de absorción, con un valor de 4.33 g/min·cm², que está por debajo de los 22 % estipulados como límite aceptable por la Norma Técnica E.070. Este resultado demuestra que el uso de estabilizantes y cemento no solo mejora la resistencia mecánica, sino que también optimiza las propiedades de absorción de agua del adobe. En términos de conformidad con la Norma Técnica E.070, ambos análisis muestran que las mezclas estabilizadas reducen la capacidad de absorción de agua en comparación con los adobes convencionales.

Ambos estudios resaltan la importancia de estabilizar el adobe para mejorar sus características de absorción de agua.

D2:

En la tesis de Ccorimanya Usca (5), los adobes estabilizados con cemento y Sika 1 mostraron que la capacidad de absorción de agua oscilaba entre 12.49 % y 13.64 %, lo que indica que estos adobes cumplen con los límites establecidos por la NTP E.070.

Por otro lado, en nuestra investigación, los resultados también muestran mejoras en cuanto a la absorción de agua cuando se utilizan estabilizadores como estabilizador (Z) y cemento Portland (tipo IP). Sin embargo, en la combinación de estabilizador (Z) al 10 % y cemento portland (tipo IP) al 4 %, la absorción alcanza 21.56 %, lo cual excede el valor máximo permitido por la NTP E.070 (20 %).

Esto muestra que los estabilizadores y el cemento son eficaces para reducir la absorción de agua, sería beneficioso continuar con la investigación y ajustar las proporciones de los estabilizantes para lograr una absorción adecuada dentro del rango de 10 a 20 %.

D3:

La tesis de Ccorimanya Usca (5) indica que al incorporar cemento y Sika 1 al 15 %, el adobe logra una mayor resistencia ante la erosión. Se observó que los valores de desgaste por goteo varían entre 6 mm y 9 mm, evidenciando una menor pérdida de material en comparación con el adobe sin tratamiento. Esto demuestra que tanto el cemento como el Sika 1 ayudan a fortalecer la estructura del adobe, reduciendo su deterioro por el contacto con el agua y manteniéndolo dentro de los parámetros normativos.

Por otro lado, en nuestra investigación verificamos, una mejora más significativa cuando se emplea estabilizador (Z) en combinación con cemento portland (tipo IP). La mezcla más efectiva son las combinaciones de estabilizador (Z) al 10 % con cemento portland (tipo IP) al 4 %, que alcanzó una erosión mínima de 1.50 mm, en comparación con el adobe sin estabilizar, que presentó un valor de 24.47 mm. Este resultado evidencia que las combinaciones mejoran de manera considerable la resistencia del adobe a la erosión.

El cemento y el Sika 1 logran incrementar la resistencia a la erosión, pero no alcanzan los niveles de protección obtenidos con la presente investigación de estabilizador (Z) y cemento portland tipo IP. La mezcla estabilizadora (Z) al 10 % + cemento portland (tipo IP) al 4 %, resulta ser la más efectiva para minimizar la erosión, lo que sugiere su mayor idoneidad en condiciones ambientales adversas.

Ambas técnicas de estabilización cumplen con los estándares de resistencia a la erosión, sin embargo, los valores obtenidos en la presente investigación están más alineados con la normativa (SAET) UNE 41410:2008, garantizando una mayor durabilidad del material.

D4:

La tesis de Ccorimanya Usca (5), analizó el impacto del cemento y del impermeabilizante Sika 1 en la resistencia del adobe. Los resultados indicaron que el adobe tratado con Sika 1 obtuvo una resistencia media de 16.02 kg/cm², superando al adobe con cemento, que registró 13.11 kg/cm². En la tabla de valores, las resistencias individuales alcanzaron hasta 38.44 kg/cm² con cemento y 37.73 kg/cm² con Sika 1. Ambas mejoras superan ampliamente el umbral de 10.20 kg/cm² establecido por la norma, evidenciando una mejora sustancial respecto al adobe convencional.

En nuestra investigación, se evaluó en la combinación de estabilizador (Z) y cemento portland (tipo IP). La resistencia máxima obtenida fue de 14.41 kg/cm² con una mezcla de estabilizador (Z) al 10 % y cemento portland (tipo IP) al 4 %. Realizando las comparaciones y en cumplimiento de la norma E 080, tenemos un promedio con Sika 1: de 16.02 kg/cm², mientras que con cemento Portland + Estabilizador Z: un promedio de 14.41 kg/cm²

Ambos estudios confirman que los mejoramientos cumplen con la norma E.080, superando el mínimo requerido de 10.20 kg/cm². El Sika 1, en la tesis de Ccorimanya Usca (5), demostró ser la alternativa más efectiva en términos de resistencia mecánica, lo que lo convierte en una opción óptima para estructuras con mayores exigencias. Mientras, en nuestra investigación, el cemento portland (tipo IP) y el estabilizador (Z) ofrecen una mejora notable, aunque inferior a la obtenida con Sika 1, la elección del mejoramiento adecuado dependerá de las necesidades del momento, considerando factores adicionales como durabilidad y resistencia a la humedad.

D5:

En la tesis de Rojas Molina (2) se examinó el efecto del cemento portland tipo IP como estabilizante en distintas proporciones (5 %, 8 %, 12 %, 15 % y 18 %). Y los valores obtenidos fueron: 5 % cemento: 0.27 kg/cm², 8 % cemento: 0.31 kg/cm², 12 % cemento: 0.32 kg/cm², 15 % cemento: 0.36 kg/cm², 18 % cemento: 0.41 kg/cm², estos datos muestran un incremento progresivo de la resistencia conforme se añade más cemento a la mezcla.

Por otro lado, en nuestra investigación, analizamos el impacto de diferentes estabilizadores, como el estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP), aplicados

individualmente y en combinación. Los resultados obtenidos fueron: Adobe sin aditivos: 0.24 kg/cm², Muestra patrón sin estabilizante: 0.26 kg/cm², estabilizador (Z) al 5%: 0.31 kg/cm², estabilizador (Z) al 10 %: 0.37 kg/cm², cemento portland (tipo IP) al 2%: 0.35 kg/cm², cemento portland (tipo IP) al 4 %: 0.43 kg/cm², estos resultados evidencian que el uso de una combinación de estabilizadores mejora la resistencia del adobe, alcanzando su punto máximo con la mezcla de 10 % de estabilizador (Z) y 4 % de cemento portland (tipo IP).

Realizando la comparación de estos los valores obtenidos en ambas investigaciones, se concluye que, sí cumplen, pero Rojas Molina (2), indica que sus valores obtenidos no cumplen con lo mínimo que pide la norma. Ambas investigaciones demuestran que el uso de cemento y estabilizadores mejora la resistencia del adobe en comparación con su forma tradicional.

La combinación más efectiva en nuestra investigación, en términos de resistencia fue la mezcla de estabilizador (Z) al 10 % y cemento portland (tipo IP) al 4 %, que alcanzó 0.44 kg/cm². Además, cabe indicar que los adobes con combinaciones, sí llegan al mínimo exigido por la norma que es de 6.12 kgf/cm² NTP E.080.

D6:

La tesis de Investigación de Rojas Molina (2) analizó cómo varía la resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe al incorporar diferentes porcentajes de cemento portland como estabilizante. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: 5 % cemento: 0.356 kg/cm², 8 % cemento: 0.44 kg/cm², 12 % cemento: 0.563 kg/cm², 15 % cemento: 0.623 kg/cm², 18 % cemento: 0.691 kg/cm², a medida que aumenta la cantidad de cemento en la mezcla, la resistencia del adobe mejora progresivamente, alcanzando su máximo rendimiento con un 18 % de cemento.

Por otro lado, en nuestra investigación, evaluamos los efectos de distintos estabilizadores, incluyendo estabilizador (Z) y cemento portland (tipo IP), en distintas proporciones y combinaciones. Los resultados fueron: Adobe sin aditivos: 0.24 kg/cm², muestra sin estabilizante: 0.26 kg/cm², estabilizador (Z) al 5 %: 0.31 kg/cm², estabilizador (Z) al 10 %: 0.37 kg/cm², cemento portland (tipo IP) al 2 %: 0.35 kg/cm², cemento portland (tipo IP) al 4 %: 0.43 kg/cm², donde pudimos obtener mayor resistencia registrada en la combinación de estabilizador (Z) 10 % + cemento portland (tipo IP) 4 %: 0.44 kg/cm². Se debe resaltar que los adobes con combinaciones, sí llegan al mínimo exigido por la norma que es de 0.25 kgf/cm² NTP E.080.

D7:

De acuerdo con lo dispuesto en la Norma Técnica Peruana E.080, el valor mínimo de resistencia a la tracción que debe alcanzar el mortero es de 0.12 kg/cm². En este contexto, se determinó que la mezcla tradicional, sin incorporación de aditivos, no satisface los requisitos normativos, registrando una resistencia de 0.10 kg/cm², lo que representa un valor inferior al umbral exigido. En contraste, la muestra patrón, correspondiente al adobe base sin estabilizantes adicionales, logró cumplir con lo establecido, obteniendo una resistencia de 0.13 kg/cm².

Por su parte, las mezclas que incorporan estabilizador Z y cemento portland tipo IP evidenciaron un incremento sustancial en el desempeño mecánico del mortero, particularmente en la resistencia a la tracción. Este comportamiento fue más marcado cuando ambos estabilizantes se utilizaron en proporciones elevadas. Destaca la formulación que combina un 10 % de estabilizador Z con un 4 % de cemento Portland tipo IP, la cual alcanzó una resistencia de 0.32 kg/cm², superando de manera significativa el valor normativo y demostrando una resistencia estructural óptima frente a las demás variantes analizadas.

D8:

Los resultados indican que la incorporación de estabilizador (Z) y cemento portland (tipo IP) incrementa el costo de producción de los adobes. Mientras que el **precio del adobe convencional** es de S/ 0.88, los adobes con aditivos varían entre S/ 1.06 y S/ 1.97, dependiendo de las proporciones de los aditivos.

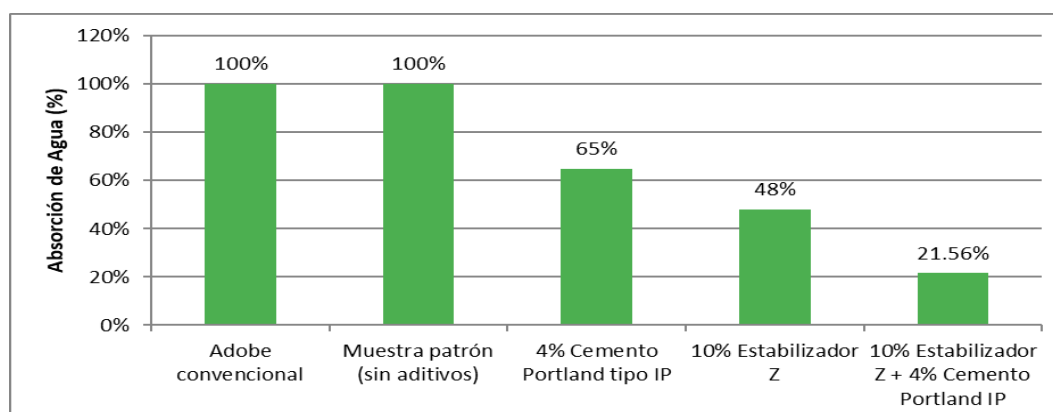
- Aumento de costos: El uso de los aditivos eleva el costo, especialmente cuando se combinan ambos. La combinación de estabilizador (Z) al 10 % y cemento portland (tipo IP) al 4 % tiene el costo más alto, S/ 1.97.
- Impacto de los aditivos individuales: El estabilizador (Z) al 5 % y el cemento Portland (tipo IP) al 2 % generan un aumento moderado en el precio. En cambio, las mezclas con mayor concentración de aditivos, como el estabilizador (Z) al 10 % y el cemento Portland (tipo IP) al 4 %, presentan los mayores incrementos.
- Relación Costo-Rendimiento: Aunque el costo de los adobes tratados es más alto, las mejoras en resistencia y durabilidad justifican el gasto adicional, especialmente en condiciones de humedad y desgaste.

La relación, del uso de estabilizadores y cemento eleva los costos, pero los beneficios en términos de durabilidad y desempeño del material justifican este incremento a largo plazo.

4.2.2. Resultados respecto a los objetivos específicos

1. Analizar el impacto del estabilizador (Z) y el cemento Portland (tipo IP) en la absorción de agua del adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.

Tabla 31. Gráfico de columnas (Resultados de absorción de agua)



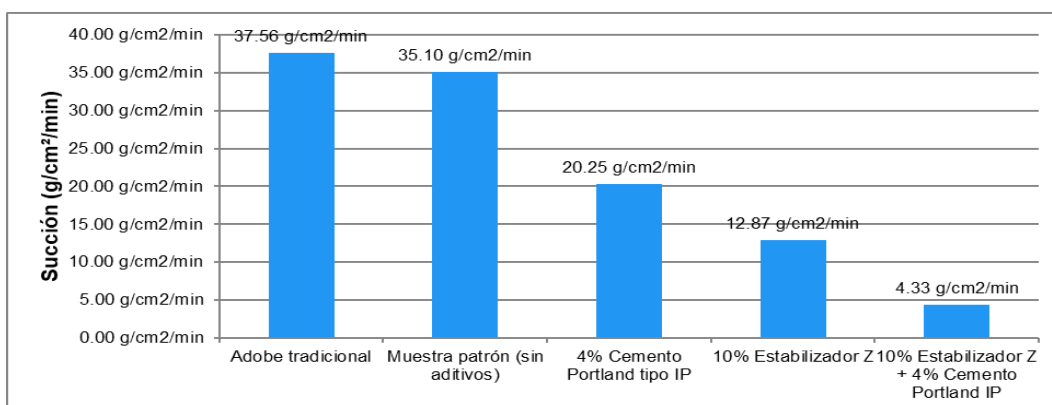
Fuente: Elaboración propia

Nota: Los resultados obtenidos evidencian una clara influencia del uso de estabilizadores en la absorción de agua del adobe comprimido. La mayor absorción registrada fue del 100 %, correspondiente al adobe convencional y la muestra patrón al 0 %, que se desmoronaron completamente tras la saturación, demostrando su alta vulnerabilidad frente a la humedad.

En contraste, la menor absorción fue del 21.56 %, obtenida en la muestra con 10 % de Estabilizador Z y 4 % de cemento Portland tipo IP, que indica una notable mejora en la resistencia al agua. Esta diferencia significativa confirma que la combinación de ambos aditivos reduce eficazmente la absorción de humedad y mejora el desempeño del adobe comprimido.

2. Establecer la incidencia del estabilizador (Z) y el cemento Portland (tipo IP) en la succión de agua del adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.

Tabla 32. Gráfico de columnas (resultados de succión de agua)



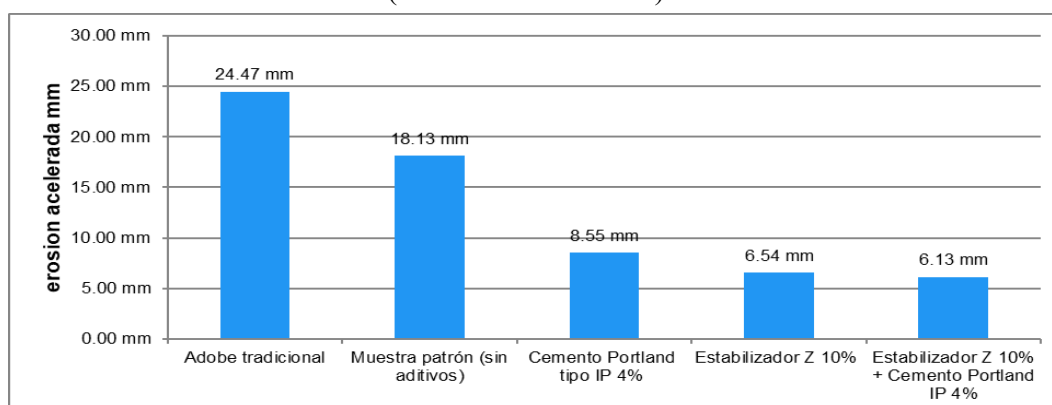
Fuente: Elaboración propia

Nota: Los ensayos de succión permitieron identificar diferencias marcadas en la capacidad de absorción inmediata del adobe frente al contacto con el agua. La mayor succión registrada fue de 37.56 g/cm²/min, correspondiente al adobe tradicional, el cual carece de cualquier aditivo estabilizante, mostrando una alta vulnerabilidad a la humedad por su estructura porosa.

Por el contrario, la menor succión se obtuvo con un valor promedio de 4.33 g/cm²/min, en la muestra estabilizada con 10 % de Estabilizador Z y 4 % de cemento Portland tipo IP. Este resultado evidencia la alta eficacia de dicha combinación para reducir drásticamente la absorción capilar del agua, incrementando así la resistencia del adobe frente a condiciones húmedas. La marcada diferencia entre ambos extremos demuestra la incidencia positiva de los estabilizantes en el mejoramiento del comportamiento higrotérmico del adobe comprimido.

3. Determinar el efecto del Estabilizador (Z) y el cemento Portland (tipo IP) en la resistencia a la erosión acelerada del adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.

Tabla 33. Gráfico de columnas (Resultados de erosión)



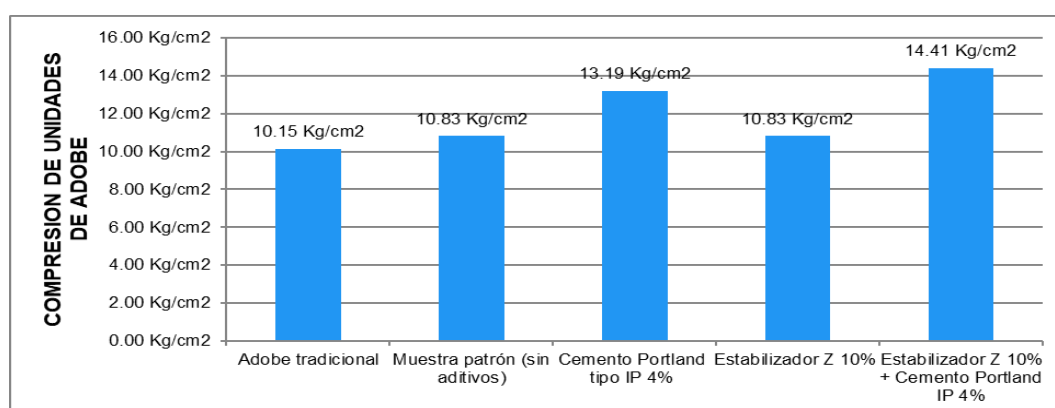
Fuente: Elaboración propia

Nota: En el ensayo de erosión acelerada, se evidenció una clara diferencia entre los adobes tradicionales y los estabilizados. El mayor porcentaje de erosión correspondió al adobe tradicional, con una oquedad promedio de 24.47 mm, equivalente al 100 % de erosión relativa. En contraste, la menor erosión se registró en el grupo con estabilizador Z al 10 % + cemento Portland tipo IP al 4 %, con una oquedad promedio de 1.50 mm, equivalente a solo 6.13 % de erosión relativa respecto al valor máximo.

Estos resultados demuestran que el uso combinado de estabilizador Z y cemento Portland reduce significativamente la erosión del adobe comprimido, mejorando su durabilidad frente al agua.

- Identificar la repercusión del estabilizador (Z) y el cemento Portland (tipo IP) en la Resistencia a la compresión del adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.

Tabla 34. Gráfico de columnas (resultados de compresión de unidades de adobes)

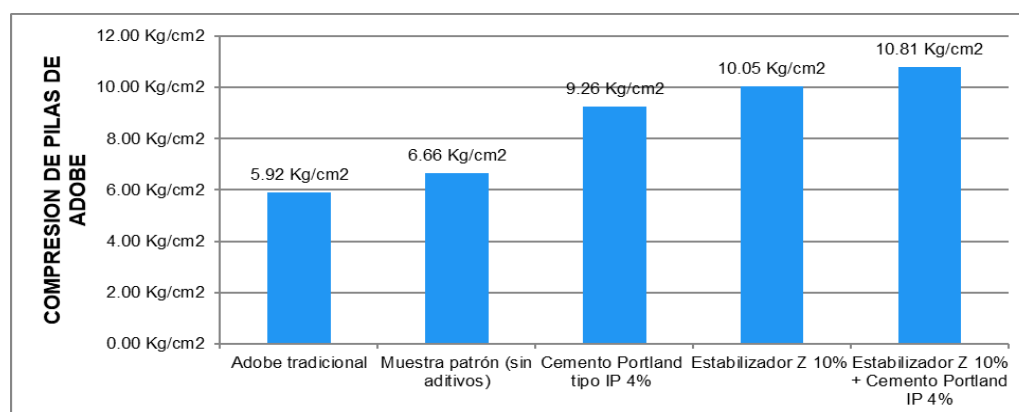


Fuente: Elaboración propia

Nota: Los ensayos realizados muestran que el adobe tradicional presentó la menor resistencia a la compresión (10.20 kg/cm²), sin cumplir con el valor de diseño requerido. En cambio, la mayor resistencia se obtuvo con la mezcla de estabilizador Z al 10 % y cemento Portland tipo IP al 4 %, alcanzando 14.41 kg/cm² (141.29 % del diseño). Esto demuestra que la combinación de ambos aditivos mejora la resistencia del adobe, haciéndolo más adecuado para la construcción.

5. Analizar la repercusión del estabilizador (Z) y el cemento Portland (tipo IP) en la resistencia a la compresión en pilas de adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.

Tabla 35. Gráfico de columnas (Resultados de compresión de pilas de adobes)

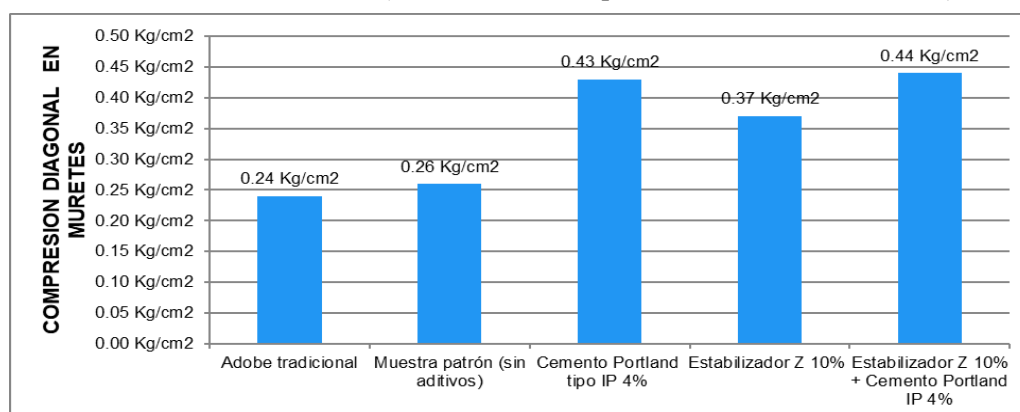


Fuente: Elaboración propia

Nota: El análisis de los resultados muestra que el adobe convencional presenta el menor valor de resistencia, con un promedio de 5.92 kg/cm², lo cual está por debajo de la resistencia mínima de 6.10 kg/cm² requerida, indicando que no cumple con las especificaciones de diseño. Por otro lado, el combinado de Estabilizador Z al 10 % y cemento Portland tipo IP al 4 % obtuvo la máxima resistencia promedio, alcanzando 10.81 kg/cm², lo que supera ampliamente la resistencia mínima estipulada, reflejando una mejora significativa en la capacidad de carga del material. Estos resultados evidencian que la adición de estabilizadores y cemento Portland incrementa de manera considerable la resistencia a la compresión del adobe, mejorando su rendimiento estructural y su viabilidad para aplicaciones que requieren mayor resistencia.

6. Establecer la incidencia del estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) en la resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe comprimido elaborados con el suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.

Tabla 36. Gráfico de columnas (resultados de compresión en muretes de adobes)

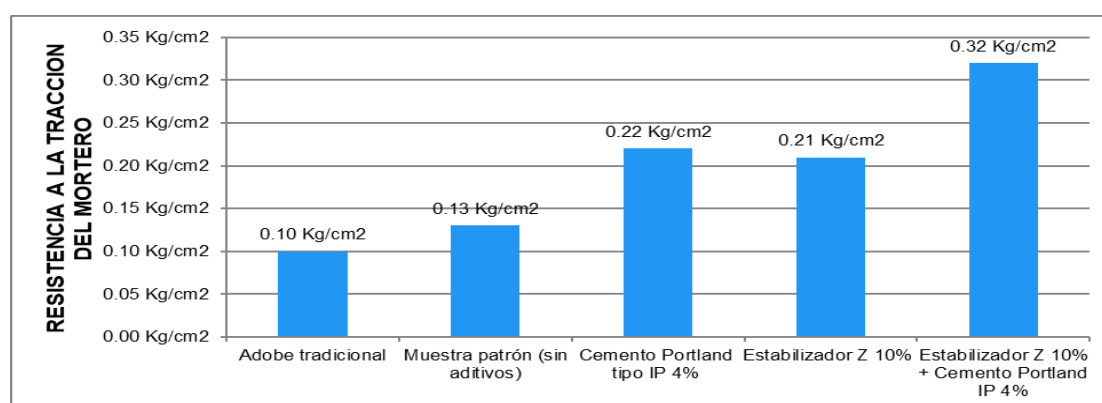


Fuente: Elaboración propia

Nota: El análisis muestra que el adobe convencional no cumple con los requisitos de resistencia a la compresión diagonal, con un valor de 0.24 kg/cm², inferior al mínimo requerido de 0.25 kg/cm². En contraste, las mezclas con Estabilizador Z y cemento Portland (tipo IP) mejoraron significativamente, destacando la combinación de Estabilizador Z al 10 % y cemento Portland al 4 %, que alcanzó una resistencia de 0.44 kg/cm², superando ampliamente el umbral de diseño. Esto demuestra la efectividad de los aditivos en la mejora de la resistencia y durabilidad del adobe comprimido.

7. Identificar el impacto del estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) en la resistencia a la tracción del mortero elaborado con el suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.

Tabla 37. Gráfico de columnas (Resultados de tracción del mortero)

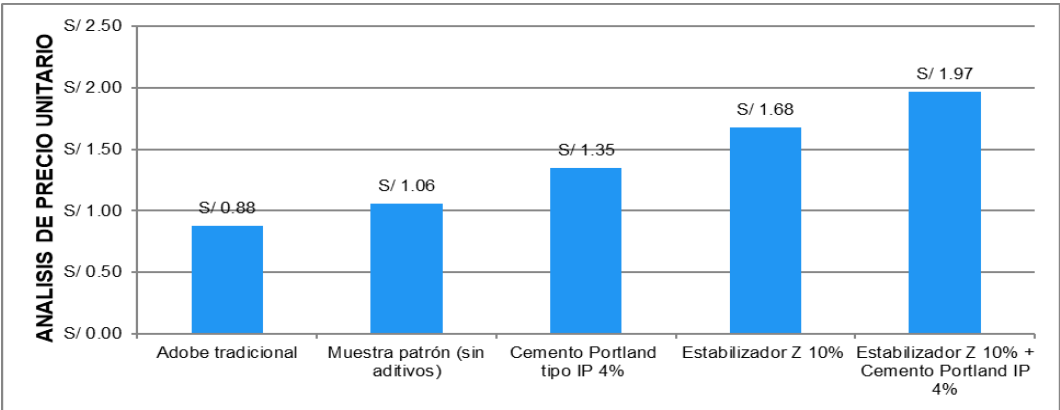


Fuente: Elaboración propia

Nota: El adobe mortero presentó la resistencia más baja a la tracción de 0.10 kg/cm², no cumpliendo con el valor mínimo requerido de 0.12 kg/cm². En cambio, la combinación de Estabilizador Z al 10 % y cemento Portland (tipo IP) al 4 % alcanzó una resistencia de 0.32 kg/cm², superando ampliamente el umbral mínimo. Esto demuestra que el uso de estabilizadores y cemento mejora significativamente las propiedades mecánicas del mortero, incrementando su resistencia a la tracción y mejorando su desempeño estructural.

8. Evaluar el impacto del uso del estabilizador (Z) y del cemento portland (tipo IP) en los costos unitarios de producción del adobe comprimido elaborado con suelo del distrito de San Jerónimo – Cusco, 2024.

Tabla 38. Gráfico de columnas (resultados de análisis de precios unitarios)



Fuente: Elaboración propia

Nota: El análisis de costos unitarios muestra que el adobe convencional tiene el menor costo de S/ 0.88, pero presenta limitaciones en resistencia y durabilidad. Las mezclas con estabilizador (Z) y cemento Portland (tipo IP) incrementan el costo, destacando la combinación Z al 10 % + cemento Portland al 2 % con S/ 1.97 como la más costosa. No obstante, la mezcla Z al 10 % + cemento Portland al 2 % ofrece un balance adecuado entre costo y rendimiento estructural, con un costo de S/ 1.51. En general, el incremento en el costo se justifica por las mejoras en las propiedades técnicas del adobe.

4.2.3. Resultados estadísticos

PRUEBA DE HIPÓTESIS

Resultado estadístico

En el ámbito de la Ingeniería Civil, la aplicación de métodos estadísticos es fundamental para analizar la variabilidad de los materiales y validar hipótesis experimentales. En este contexto, la estadística descriptiva y la estadística inferencial desempeñan un papel clave en la interpretación de los datos obtenidos en ensayos de laboratorio y estudios de campo.

1. Estadística descriptiva

Se emplea para organizar, resumir y representar datos obtenidos en experimentos y ensayos de materiales de construcción, facilitando su comprensión sin realizar inferencias sobre una población más amplia. Utilizada en el propósito de:

- Caracterizar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales (densidad, resistencia, absorción, etc.).
- Calcular medidas de tendencia central (media, mediana, moda) y dispersión (desviación estándar, varianza) para evaluar la homogeneidad de los datos.
- Presentar la distribución de los resultados mediante histogramas, diagramas de dispersión y tablas de frecuencias, lo que permite identificar patrones o posibles anomalías en las mediciones.

2. Estadística inferencial

Se utiliza cuando se requiere extrapolar los resultados obtenidos en una muestra hacia una población más amplia, permitiendo validar hipótesis con un nivel de confianza determinado. Utilizada en el propósito de:

- Realizar pruebas de hipótesis para determinar si los efectos del Estabilizador (Z) y el cemento Portland IP sobre el adobe comprimido son estadísticamente significativos.
- Aplicar análisis de varianza (ANOVA) o pruebas t-student para comparar grupos de adobes estabilizados y tradicionales.
- Construir intervalos de confianza y determinar la probabilidad de que los resultados observados sean atribuibles a los tratamientos aplicados y no al azar.

En la presente investigación, la estadística descriptiva permitirá analizar la resistencia a la compresión, absorción y erosión del adobe comprimido en cada grupo experimental, mientras que la estadística inferencial validará si las

diferencias encontradas son significativas y generalizables a otros suelos y condiciones de construcción.

Análisis estadístico descriptivos: absorción de agua

Tabla 39. Análisis Estadístico Descriptivos: Absorción de agua

Descriptivos	Dosificaciones		Estadístico	Error estándar
Absorción de agua (%)	Adobe tradicional - muestra 0 %	Media	1.000.000	0.00000
		95 % de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1.000.000
			Límite superior	1.000.000
		Media recortada al 5%	1.000.000	
		Mediana	1.000.000	
		Varianza	0.000	
		Desviación estándar	0.00000	
		Mínimo	100.00	
		Máximo	100.00	
		Rango	0.00	
		Rango intercuartil	0.00	
		Asimetría	.	.
		Curtosis	.	.
	E. Z- 5 %, 10 %	Media	722.800	1.787.000
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-1.547.799
			Límite superior	2.993.399
		Media recortada al 5 %	.	
		Mediana	722.800	
		Varianza	638.674	
		Desviación estándar	2.527.200	
		Mínimo	54.41	
		Máximo	90.15	
		Rango	35.74	
		Rango intercuartil	.	
		Asimetría	.	.
		Curtosis	.	.

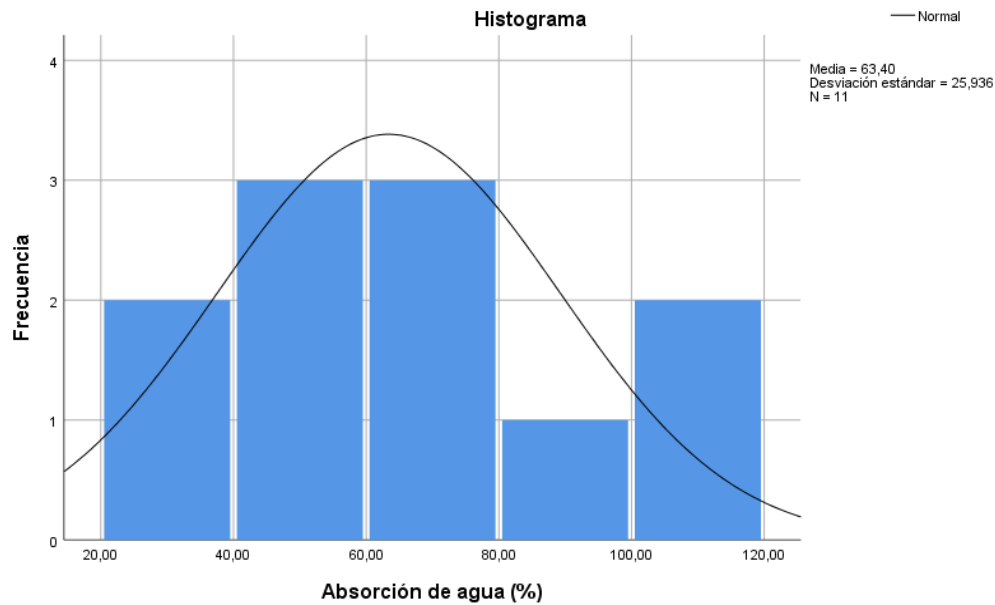
C - 2%, 3%, 4%	Media		677.900	257.500
	95% de	Límite inferior	567.107	
	intervalo de			
	confianza	Límite superior	788.693	
	para la media			
	Media recortada al 5 %		.	
	Mediana		670.600	
	Varianza		19.892	
	Desviación estándar		446.003	
	Mínimo		63.74	
	Máximo		72.57	
	Rango		8.83	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		0.717	1.225
	Curtosis		.	.
E.Z -5 %.7.5 %.10 % + C- 2 %.3 %.4 %	Media		373.600	606.519
	95 % de	Límite inferior	180.579	
	intervalo de			
	confianza	Límite superior	566.621	
	para la media			
	Media recortada al 5 %		374.889	
	Mediana		385.200	
	Varianza		147.146	
	Desviación estándar		1.213.038	
	Mínimo		22.25	
	Máximo		50.15	
	Rango		27.90	
	Rango intercuartil		23.35	
	Asimetría		-0.445	1.014
	Curtosis		-1.128	2.619

- La absorción de agua en adobe tradicional y la muestra patrón es del 100 %, con un 95 % de confianza, mostrando su alta porosidad.
- Con estabilizador (Z) al 5 % y 10 %, sin cemento, la absorción varía ampliamente entre valores negativos y más del 290 %, indicando gran dispersión en los resultados.
- Al usar cemento Portland (2 %, 3 %, 4 %) sin estabilizador, la absorción se reduce entre 57 % y 79 %, reflejando mejor resistencia al agua.

La combinación de estabilizador y cemento (5 %-10 % Z y 2 %-4 % cemento) reduce la absorción a un rango de 18 % a 57 %, mostrando un efecto conjunto favorable.

El histograma muestra que la distribución de los datos de absorción es paramétrica, lo que facilita el análisis estadístico.

Figura 24. Histograma resultante para la capacidad de absorción del agua



PRUEBA DE NORMALIDAD

H_0 : Los datos presentan un comportamiento compatible con una distribución normal.

H_1 : Los datos no se ajustan a una distribución normal.

Nivel de significancia: $\alpha = 5 \%$

Tabla 40. Pruebas de normalidad: absorción de agua

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov - Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Absorción de agua (%)	0.122	11	0.200*	0.956	11	0.722
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Decisión: Puesto que el valor de significancia de la prueba de Shapiro-Wilk es mayor al 5 %, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa. Con un nivel de significancia del 5 %, se confirma que los datos sobre el porcentaje de absorción de agua en adobe comprimido siguen una distribución normal.

PRUEBA DE HIPÓTESIS

H_0 : No existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los grupos analizados.

H_1 : Al menos una de las medias difiere significativamente de las demás.

Nivel de significancia: $\alpha = 5 \%$

Tabla 41. Anova: Absorción de agua

ANOVA					
Absorción de agua (%)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5606.971	3	1868.990	11.682	0.004
Dentro de grupos	1119.896	7	159.985		
Total	6726.868	10			

Decisión: Como el valor de significancia obtenido en el análisis de varianza (ANOVA) fue 0.004, menor al nivel de significancia establecido del 5 %, se procede a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa.

Esto significa que, con un 95 % de confianza, existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias del porcentaje de absorción de agua en adobe comprimido para al menos dos de los grupos estudiados, considerando las distintas dosis del estabilizador (Z) y del cemento Portland tipo IP.

Análisis estadístico descriptivos: succión de agua

Tabla 42. Análisis Estadístico Descriptivo: Succión de Agua

Descriptivos		Dosificaciones		Estadístico	Error estándar
Succión de agua (g/cm/min)	adobe tradicional - muestra 0 %	Media		325.000	450.000
		95 % de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-246.779	
			Límite superior	896.779	
		Media recortada al 5 %		.	
		Mediana		325.000	
		Varianza		40.500	
		Desviación estándar		636.396	
		Mínimo		28.00	
		Máximo		37.00	
		Rango		9.00	

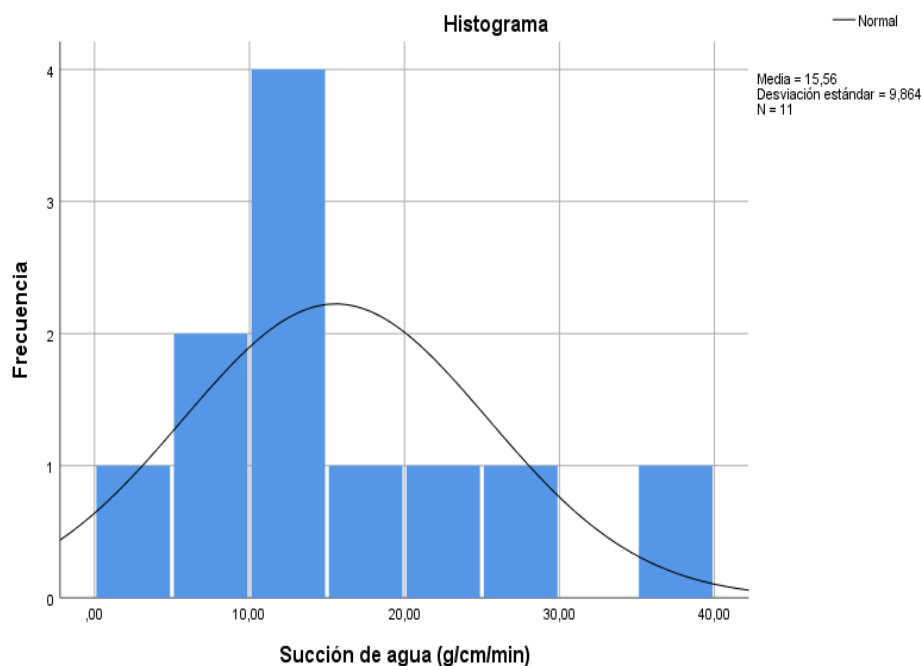
E. Z- 5 %, 10 %	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		.	.
	Curtosis		.	.
	Media		176.650	294.500
	95 % de	Límite	-197.548	
	intervalo de	inferior		
	confianza para	Límite	550.848	
	la media	superior		
	Media recortada al 5 %		.	
	Mediana		176.650	
	Varianza		17.346	
	Desviación estándar		416.486	
	Mínimo		14.72	
	Máximo		20.61	
	Rango		5.89	
C – 2 %, 3 %, 4 %	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		.	.
	Curtosis		.	.
	Media		138.700	200.001
	95 % de	Límite	52.647	
	intervalo de	inferior		
	confianza para	Límite	224.753	
	la media	superior		
	Media recortada al 5 %		.	
	Mediana		147.200	
	Varianza		12.000	
	Desviación estándar		346.412	
	Mínimo		10.06	
	Máximo		16.83	
	Rango		6.77	
E.Z -5 % .7.5 % .10 % + C- 2 % .3 % .4 %	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1.038	1.225
	Curtosis		.	.
	Media		73.050	150.796
	95 % de	Límite	25.060	
	intervalo de	inferior		
	confianza para	Límite	121.040	
	la media	superior		
	Media recortada al 5%		72.650	

Mediana	69.450	
Varianza	9.096	
Desviación estándar	301.592	
Mínimo	4.50	
Máximo	10.83	
Rango	6.33	
Rango intercuartil	5.66	
Asimetría	0.349	1.014
Curtosis	-3.659	2.619

- La succión de agua en el adobe comprimido, tanto en el adobe tradicional como en la muestra patrón, varía entre -24.68 g/cm/min y 89.68 g/cm/min, con un 95 % de confianza.
- Para una mezcla con 5 % y 10 % de estabilizador (Z) y sin cemento Portland (0 %), la succión oscila entre -19.75 g/cm/min y 55.08 g/cm/min, con un 95 % de confianza.
- Cuando se emplea solo cemento Portland tipo IP al 2 %, 3 % y 4 %, sin estabilizador (0 % Z), la succión se sitúa entre 5.26 g/cm/min y 22.48 g/cm/min, con un 95 % de confianza.
- En la combinación de estabilizador (Z) al 5 %, 7.5 % y 10 % con cemento Portland al 2 %, 3 % y 4 %, la succión se encuentra entre 2.51 g/cm/min y 12.10 g/cm/min, también con un 95 % de confianza.

En la figura siguiente, se muestra el histograma obtenido para la capacidad de succión de agua en el adobe comprimido, considerando distintos porcentajes de adición del estabilizador (Z) y cemento Portland (tipo IP). Se observa que la distribución de los datos presenta un comportamiento paramétrico.

Figura 25. Histograma resultante para la capacidad de succión del agua



PRUEBA DE NORMALIDAD

H_0 : Los datos provienen de una distribución normal

H_1 : Los datos no provienen de una distribución normal

Nivel de significancia: $\alpha = 5 \%$

Tabla 43. Pruebas de normalidad: Succión de agua

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Succión de agua (g/cm/min)	0.176	11	0.200*	0.907	11	0.223
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Decisión: Dado que el valor de significancia obtenido en la prueba de Shapiro-Wilk es superior al 5 %, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa. Por lo tanto, con un nivel de confianza del 95 %, se concluye que los datos correspondientes a la capacidad de succión de agua en adobe comprimido se distribuyen normalmente.

PRUEBA DE HIPÓTESIS

H_0 : Todas las medias son iguales

H_1 : No todas las medias son iguales

Nivel de significancia: $\alpha = 5 \%$

Tabla 44. Anova: Succión de agua

ANOVA					
Succión de agua (g/cm/min)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	863.938	3	287.979	18.471	0.001
Dentro de grupos	109.134	7	15.591		
Total	973.071	10			

Decisión: Debido a que el valor de significancia obtenido en la prueba de Análisis de Varianza fue 0.001, inferior al umbral del 5 %, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Esto indica que, con un nivel de confianza del 95 %, existen diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de absorción de agua en adobe comprimido entre al menos dos de los grupos evaluados, en función de las diferentes proporciones del estabilizador (Z) y del cemento Portland tipo IP.

Análisis estadístico descriptivos: resistencia a la erosión acelerada

Tabla 45. Análisis Estadístico Descriptivos: Resistencia a la erosión acelerada

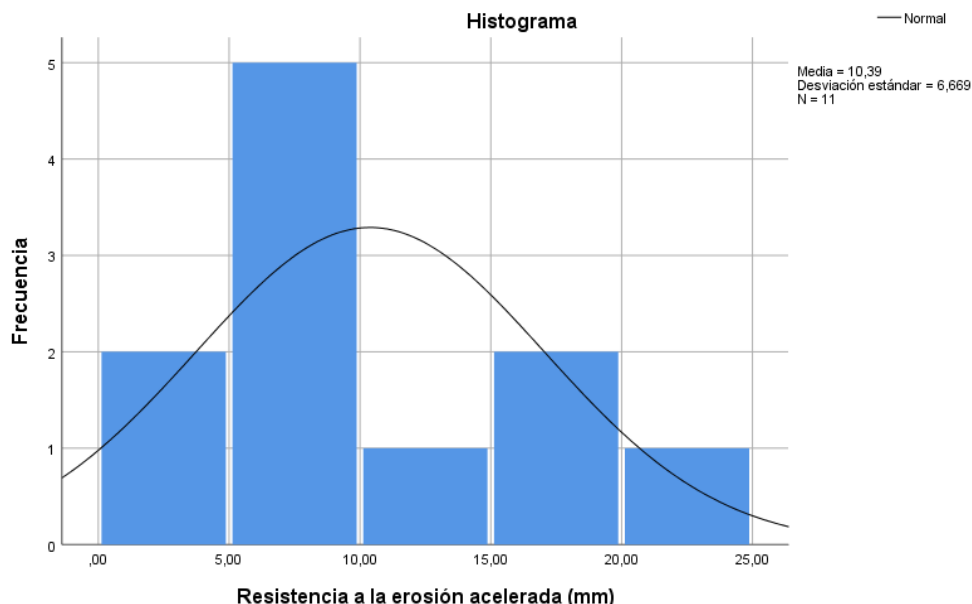
Descriptivos	Dosificaciones	Estadístico	Error estándar
Resistencia a la erosión acelerada (mm)	Adobe tradicional - muestra 0 %	Media	213.500
		95 % de intervalo de confianza para la media	Límite inferior
			Límite superior
		Media recortada al 5 %	.
		Mediana	213.500
		Varianza	15.568
		Desviación estándar	394.566
		Mínimo	18.56
		Máximo	24.14
		Rango	5.58
		Rango intercuartil	.
		Asimetría	.
		Curtosis	.
	E. Z- 5 %, 10 %	Media	95.900

	95 % de intervalo de	Límite inferior	-249.709
	confianza para la media	Límite superior	441.509
	Media recortada al 5 %	.	
	Mediana	95.900	
	Varianza	14.797	
	Desviación estándar	384.666	
	Mínimo	6.87	
	Máximo	12.31	
	Rango	5.44	
	Rango intercuartil	.	
	Asimetría	.	.
	Curtosis	.	.
	Media	109.800	220.735
	95 % de intervalo de	Límite inferior	14.825
C – 2 %, 3 %, 4 %	confianza para la media	Límite superior	204.775
	Media recortada al 5 %	.	
	Mediana	94.000	
	Varianza	14.617	
	Desviación estándar	382.324	
	Mínimo	8.20	
	Máximo	15.34	
	Rango	7.14	
	Rango intercuartil	.	
	Asimetría	1.542	1.225
	Curtosis	.	.
	Media	48.650	130.653
	95 % de intervalo de	Límite inferior	0.7071
	confianza para la media	Límite superior	90.229
E.Z -5 %.7.5 %.10% + C- 2%.3%.4%	Media recortada al 5 %	48.906	
	Mediana	50.950	
	Varianza	6.828	
	Desviación estándar	261.305	
	Mínimo	1.56	
	Máximo	7.71	
	Rango	6.15	
	Rango intercuartil	5.03	
	Asimetría	-0.452	1.014
	Curtosis	-0.188	2.619

- La resistencia a la erosión acelerada en el adobe comprimido, para un adobe tradicional y para una muestra patrón, se encuentra entre -14.10 mm y 56.80 mm con un nivel de confianza del 95 %.
- La resistencia a la erosión acelerada en el adobe comprimido, para una dosificación al 5 %, 10 % del estabilizador (Z) y 0 % de cemento portland (tipo IP), se encuentra entre -24.97 mm y 44.15 mm con un nivel de confianza del 95 %.
- La resistencia a la erosión acelerada en el adobe comprimido, para una dosificación al 0 % del estabilizador (Z) y 2 %, 3 %, 4 % de cemento portland (tipo IP), se encuentra entre 1.48 mm y 20.47 mm con un nivel de confianza del 95 %.
- La resistencia a la erosión acelerada en el adobe comprimido, para una dosificación al 5 %, 7.5 %, 10 % del estabilizador (Z) más 2 %, 3 %, 4 % de cemento Portland (tipo IP), se encuentra entre 0.71 mm y 9.02 mm con un nivel de confianza del 95 %.

En la figura siguiente se presenta el histograma correspondiente a la resistencia a la erosión acelerada del adobe comprimido, elaborado con diferentes proporciones de estabilizador (Z) y cemento Portland tipo IP. Se aprecia que la distribución de los datos sigue un patrón compatible con una distribución paramétrica.

Figura 26. Histograma resultante para la resistencia a la erosión acelerada



PRUEBA DE NORMALIDAD

H_0 : Los datos se ajustan a una distribución normal.

H_1 : Los datos no se ajustan a una distribución normal.

Nivel de significancia: $\alpha = 5 \%$

Tabla 46. Pruebas de normalidad: Resistencia a la erosión

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la erosión acelerada (mm)	0.195	11	0.200*	0.937	11	0.481
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Decisión: Dado que el valor de significancia obtenido en la prueba de Shapiro-Wilk es mayor al 5 %, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa. Por lo tanto, con un nivel de confianza del 95 %, se concluye que los datos referentes a la resistencia a la erosión acelerada en adobe comprimido se distribuyen normalmente.

PRUEBA DE HIPÓTESIS

H_0 : Las medias de todos los grupos son iguales

H_1 : Al menos una de las medias es diferente

Nivel de significancia: $\alpha = 5 \%$

Tabla 47. Anova: Erosión acelerada

ANOVA						
Resistencia a la erosión acelerada (mm)						
	Suma de	gl	Media	F	Sig.	
	cuadrados		cuadrática			
Entre grupos	364.670	3	121.557	10.625	0.005	
Dentro de grupos	80.084	7	11.441			
Total	444.753	10				

Decisión: Debido a que el valor p obtenido en el Análisis de Varianza es 0.005, menor al umbral del 5 %, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa. Con un nivel de significancia del 5 %, se concluye que las medias de resistencia a la erosión acelerada del adobe comprimido difieren significativamente entre al menos dos de los grupos analizados, los cuales varían según los porcentajes de adición del estabilizador (Z) y del cemento Portland tipo IP.

Análisis estadístico descriptivos: Resistencia a la compresión uniaxial

Tabla 48. Análisis estadístico Resistencia a la Compresión Uniaxial

Descriptivos	Dosificaciones		Estadístico	Error estándar
Resistencia a la compresión uniaxial (kg/cm2)	Adobe tradicional - muestra 0%	Media	105.100	0.31000
		95 % de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	65.711
			Límite superior	144.489
		Media recortada al 5 %	.	
		Mediana	105.100	
		Varianza	0.192	
		Desviación estándar	0.43841	
		Mínimo	10.20	
		Máximo	10.82	
		Rango	0.62	
		Rango intercuartil	.	
		Asimetría	.	.
		Curtosis	.	.
	E. Z- 5 %, 10 %	Media	123.200	0.48000
		95 % de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	62.210
			Límite superior	184.190
		Media recortada al 5 %	.	
		Mediana	123.200	
		Varianza	0.461	
		Desviación estándar	0.67882	
		Mínimo	11.84	
		Máximo	12.80	
		Rango	0.96	
		Rango intercuartil	.	
		Asimetría	.	.
		Curtosis	.	.
	C – 2 %, 3 %, 4 %	Media	124.667	0.45740
		95 % de intervalo de	Límite inferior	104.987
			Límite superior	144.347

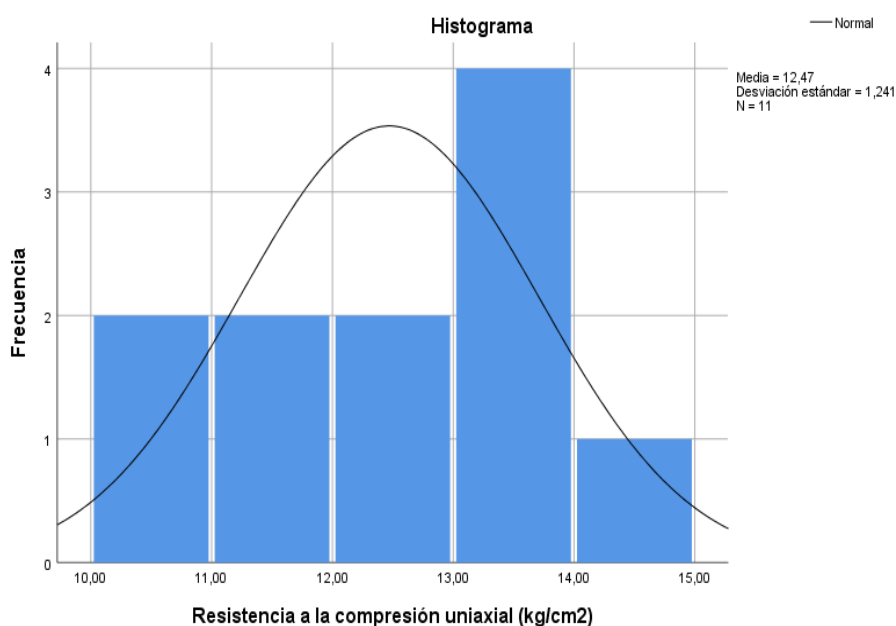
E.Z -5 %.7.5 %.10 % + C- 2 %.3 %. 4 %	confianza para la media		
	Media recortada al 5 %	.	
	Mediana	125.900	
	Varianza	0.628	
	Desviación estándar	0.79223	
	Mínimo	11.62	
	Máximo	13.19	
	Rango	1.57	
	Rango intercuartil	.	
	Asimetría	-0.684	1.225
	Curtosis	.	.
	Media	135.275	0.32943
	95 % de	Límite inferior	124.791
	intervalo de		
	confianza para la	Límite superior	145.759
	media		
	Media recortada al 5 %	135.050	
	Mediana	133.250	
	Varianza	0.434	
	Desviación estándar	0.65886	
	Mínimo	13.02	
	Máximo	14.44	
	Rango	1.42	
	Rango intercuartil	1.19	
	Asimetría	1.244	1.014
	Curtosis	0.713	2.619

- La resistencia a la compresión uniaxial del adobe comprimido, tanto en el adobe tradicional como en la muestra patrón, varía entre 6.57 kg/cm² y 14.45 kg/cm², con un nivel de confianza del 95 %.
- Para una dosificación del estabilizador (Z) al 5 % y 10 %, sin cemento Portland (0 %), la resistencia se encuentra entre 6.22 kg/cm² y 18.42 kg/cm², con un 95 % de confianza.
- Cuando se emplea cemento Portland tipo IP al 2 %, 3 % y 4 %, sin estabilizador (0 % Z), la resistencia oscila entre 10.50 kg/cm² y 14.43 kg/cm², con un nivel de confianza del 95 %.

- En la combinación de estabilizador (Z) al 5 %, 7.5 % y 10% con cemento Portland al 2 %, 3 % y 4 %, la resistencia se sitúa entre 12.48 kg/cm² y 14.58 kg/cm², también con un 95 % de confianza.

El siguiente histograma ilustra cómo se distribuyen los valores de resistencia a la compresión uniaxial del adobe comprimido, considerando las distintas proporciones de estabilizador (Z) y cemento Portland (tipo IP). Se puede apreciar que los datos presentan una distribución acorde a un modelo paramétrico.

Figura 27. Histograma resultante para la resistencia a la compresión uniaxial



PRUEBA DE NORMALIDAD

H_0 : Los datos provienen de una distribución normal

H_1 : Los datos no provienen de una distribución normal

Nivel de significancia: $\alpha = 5\%$

Tabla 49 Pruebas de normalidad: Resistencia a la Compresión Uniaxial

Pruebas de normalidad							
Kolmogorov-Smirnov ^a				Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Resistencia a la compresión uniaxial (kg/cm ²)	0.175	11	0.200*	0.962	11	0.797	
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.							
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Decisión: Como el valor de significancia obtenido en la prueba de Shapiro-Wilk es mayor al 5 %, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa. Con un nivel de significancia del 5 %, se concluye que los datos sobre la resistencia a la compresión uniaxial en adobe comprimido provienen de una distribución normal.

PRUEBA DE HIPÓTESIS

H_0 : Todas las medias son iguales

H_1 : No todas las medias son iguales

Nivel de significancia: $\alpha = 5 \%$

Tabla 50. Anova: Resistencia a la compresión uniaxial

ANOVA					
Resistencia a la compresión uniaxial (kg/cm2)					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	12.201	3	4.067	8.868	0.009
Dentro de grupos	3.211	7	0.459		
Total	15.412	10			

Decisión: Al obtener un valor de significancia de 0.009 en el análisis de varianza, que es inferior al 5 %, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Con un nivel de significancia del 5 %, se determina que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de resistencia a la compresión uniaxial del adobe comprimido en al menos dos de los grupos, los cuales se diferenciaron por los distintos porcentajes de adición del estabilizador (Z) y del cemento Portland tipo IP.

Análisis estadístico descriptivos: resistencia a la compresión en pilas

Tabla 51. Análisis Estadístico Descriptivos: Resistencia a la compresión en pilas

Descriptivos	Dosificaciones	Estadístico		Error estándar
Resistencia a la compresión en pilas (kg/cm2)	adobe tradicional - muestra 0%	Media	61.700	0.38000
		95 % de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	13.416
			Límite superior	109.984
		Media recortada al 5 %	.	
		Mediana	61.700	

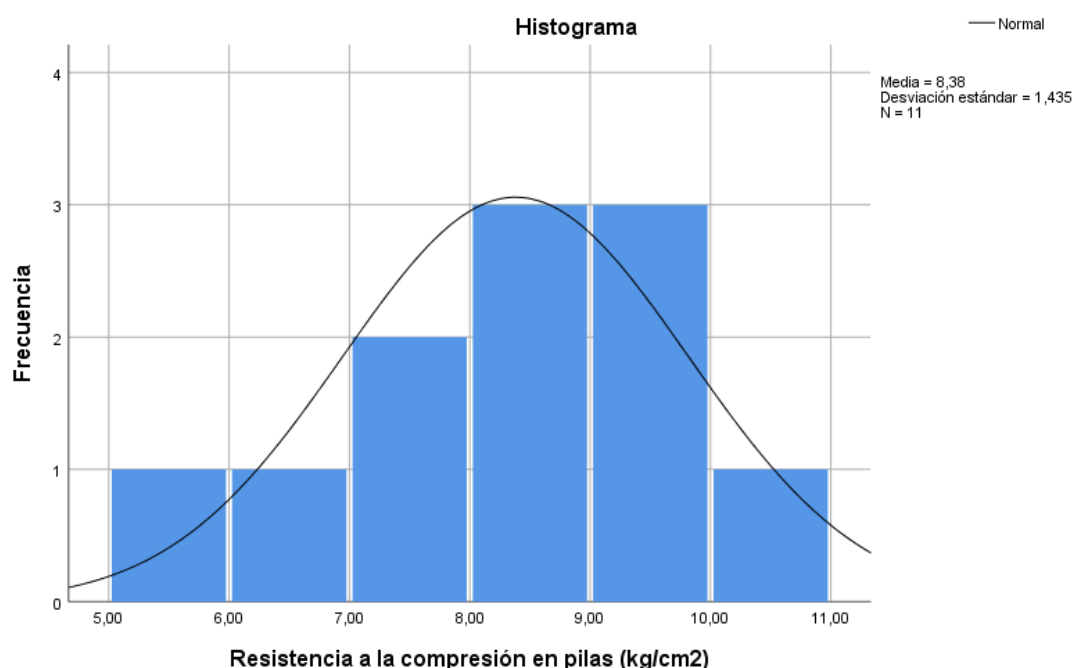
	Varianza	0.289	
	Desviación estándar	0.53740	
	Mínimo	5.79	
	Máximo	6.55	
	Rango	0.76	
	Rango intercuartil	.	
	Asimetría	.	.
	Curtosis	.	.
	Media	91.750	0.80500
	95 % de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-10.535
E. Z- 5 %, 10 %		Límite superior	194.035
	Media recortada al 5 %	.	
	Mediana	91.750	
	Varianza	1.296	
	Desviación estándar	113.844	
	Mínimo	8.37	
	Máximo	9.98	
	Rango	1.61	
	Rango intercuartil	.	
	Asimetría	.	.
C – 2 %, 3 %, 4 %	Curtosis	.	.
	Media	81.667	0.49465
	95 % de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	60.384
		Límite superior	102.950
	Media recortada al 5 %	.	
	Mediana	78.800	
	Varianza	0.734	
	Desviación estándar	0.85676	
	Mínimo	7.49	
	Máximo	9.13	
	Rango	1.64	
	Rango intercuartil	.	
	Asimetría	1.337	1.225

Curtosis		.	.
E.Z -5 %.7.5 %.10 % + C- 2 %.3 %.4 %	Media	92.475	0.52971
	95 % de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	75.617
		Límite superior	109.333
	Media recortada al 5 %	92.167	
	Mediana	89.700	
	Varianza	1.122	
	Desviación estándar	105.941	
	Mínimo	8.30	
	Máximo	10.75	
	Rango	2.45	
	Rango intercuartil	1.92	
	Asimetría	1.374	1.014
	Curtosis	2.225	2.619

- La resistencia a la compresión en pilas del adobe comprimido, tanto para un adobe tradicional como para una muestra patrón, varía entre 1.34 kg/cm² y 11.00 kg/cm² con un nivel de confianza del 95 %.
- Para el adobe comprimido dosificado con 5 % y 10 % de estabilizador (Z) sin adición de cemento Portland (tipo IP), la resistencia a la compresión en pilas oscila entre -1.05 kg/cm² y 19.40 kg/cm², manteniendo un nivel de confianza del 95 %.
- Cuando la dosificación incluye 0 % de estabilizador (Z) y entre 2 % y 4 % de cemento Portland (tipo IP), la resistencia se encuentra en un rango de 6.04 kg/cm² a 10.30 kg/cm² con un 95 % de confianza.
- Finalmente, para mezclas con 5 %, 7.5 % y 10 % de estabilizador (Z) combinados con 2 %, 3 % y 4 % de cemento Portland (tipo IP), la resistencia a la compresión en pilas se sitúa entre 7.56 kg/cm² y 10.93 kg/cm² con un nivel de confianza del 95 %.

La figura siguiente muestra el histograma correspondiente a la resistencia a la compresión en pilas del adobe comprimido, considerando distintos porcentajes de adición del estabilizador (Z) y cemento Portland (tipo IP). Se observa que la distribución de los datos sigue una tendencia paramétrica.

Figura 28. Histograma resultante para la resistencia a la compresión en pilas



PRUEBA DE NORMALIDAD

H_0 : Los datos se ajustan a una distribución normal.

H_1 : Los datos no se ajustan a una distribución normal.

Nivel de significancia: $\alpha = 5 \%$

Tabla 52. Pruebas de normalidad: Resistencia a la compresión en pilas

Pruebas de normalidad							
			Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk	
			Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl Sig.
Resistencia	a	la	0.116	11	0.200*	0.984	11 0.984
compresión		en pilas					
(kg/cm2)							
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.							
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Decisión: Al obtener un valor de significancia en la prueba de Shapiro-Wilk que supera el 5 %, se mantiene la hipótesis nula y se descarta la alternativa. Esto indica, con un nivel de confianza del 95 %, que los datos correspondientes a la resistencia a la compresión en pilas del adobe comprimido siguen una distribución normal.

PRUEBA DE HIPÓTESIS

H_0 : Las medias de los grupos son iguales

H_1 : Al menos una de las medias difiere de las demás

Nivel de significancia: $\alpha = 5 \%$

Tabla 53. Anova: Resistencia a la compresión en pilas

ANOVA					
Resistencia a la compresión en pilas (kg/cm2)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	14.179	3	4.726	5.153	0.034
Dentro de grupos	6.420	7	0.917		
Total	20.599	10			

Decisión: Al registrarse un valor de significancia de 0.034 en el análisis de varianza, inferior al 5 %, se rechaza la hipótesis nula y se adopta la hipótesis alternativa. Esto permite concluir, con un nivel de confianza del 95 %, que existen diferencias significativas entre las medias de resistencia a la compresión en pilas del adobe comprimido en al menos dos de los grupos evaluados, en función de los diferentes porcentajes de estabilizador (Z) y cemento Portland tipo IP.

Análisis estadístico descriptivos: resistencia a la compresión diagonal en muretes

Tabla 54. Análisis Estadístico Descriptivos: Resistencia a la Compresión Diagonal en Muretes

Descriptivos	Dosificaciones	Estadístico		Error estándar
Resistencia a la compresión diagonal en muretes (kg/cm2)	adobe tradicional - muestra 0 %	Media	0.2500	0.01000
		95 % de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0.1229
			Límite superior	0.3771
		Media recortada al 5 %	.	
		Mediana	0.2500	
		Varianza	0.000	
		Desviación estándar	0.01414	
		Mínimo	0.24	

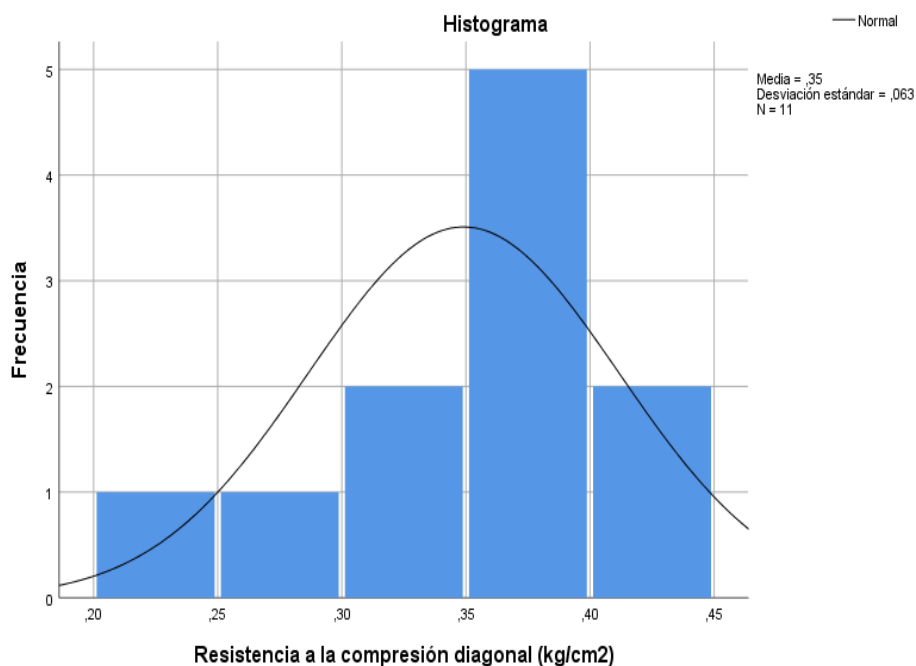
E. Z- 5 %, 10 %	Máximo	0.26	
	Rango	0.02	
	Rango intercuartil	.	
	Asimetría	.	.
	Curtosis	.	.
	Media	0.3400	0.03000
	95 % de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-0.0412
		Límite superior	0.7212
	Media recortada al 5 %	.	
	Mediana	0.3400	
	Varianza	0.002	
	Desviación estándar	0.04243	
	Mínimo	0.31	
	Máximo	0.37	
	Rango	0.06	
	Rango intercuartil	.	
	Asimetría	.	.
	Curtosis	.	.
C - 2 %, 3 %, 4 %	Media	0.3700	0.03055
	95 % de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0.2386
		Límite superior	0.5014
	Media recortada al 5 %	.	
	Mediana	0.3500	
	Varianza	0.003	
	Desviación estándar	0.05292	
	Mínimo	0.33	
	Máximo	0.43	
	Rango	0.10	
	Rango intercuartil	.	
	Asimetría	1.458	1.225
	Curtosis	.	.
	Media	0.3875	0.01931

E.Z -5 %.7.5 %.10 % + C- 2%.3%.4%	95 % de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0.3260	
		Límite superior	0.4490	
	Media recortada al 5 %		0.3867	
	Mediana		0.3800	
	Varianza		0.001	
	Desviación estándar		0.03862	
	Mínimo		0.35	
	Máximo		0.44	
	Rango		0.09	
	Rango intercuartil		0.07	
	Asimetría		1.002	1.014
	Curtosis		0.984	2.619

- La resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe comprimido, tanto en adobe tradicional como en una muestra patrón, varía entre 0.12 kg/cm² y 0.38 kg/cm² con un nivel de confianza del 95 %.
- Para mezclas con 5 % y 10 % de estabilizador (Z) y sin cemento Portland (tipo IP), la resistencia diagonal en muretes se sitúa entre -0.04 kg/cm² y 0.72 kg/cm², manteniendo el 95 % de confianza.
- Cuando no se añade estabilizador (0 %) y se incorpora cemento Portland (tipo IP) en porcentajes de 2 %, 3 % y 4 %, la resistencia a la compresión diagonal en muretes fluctúa entre 0.24 kg/cm² y 0.50 kg/cm² con un nivel de confianza del 95 %.
- Finalmente, para dosificaciones que combinan estabilizador (Z) en 5 %, 7.5 % y 10 % junto con cemento Portland (tipo IP) en 2 %, 3 % y 4 %, la resistencia diagonal en muretes se encuentra entre 0.33 kg/cm² y 0.45 kg/cm², manteniendo un nivel de confianza del 95 %.

La siguiente figura ilustra el histograma de la resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe comprimido, considerando diversas proporciones de estabilizador (Z) y cemento Portland tipo IP. Se aprecia que la distribución de los datos sigue un patrón paramétrico.

Figura 29. Histograma obtenido de la resistencia a la compresión diagonal en muretes



PRUEBA DE NORMALIDAD

H_0 : Los datos siguen una distribución normal.

H_1 : Los datos no se ajustan a una distribución normal.

Nivel de significancia: $\alpha = 5 \%$

Tabla 55. Pruebas de normalidad: Resistencia a la compresión diagonal en muretes

Pruebas de normalidad							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia	a	0.142	11	0.200*	0.958	11	0.753
Compresión Diagonal en Muretes (kg/cm2)							
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.							
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Decisión: Como el valor de significancia de la prueba Shapiro-Wilk es superior al 5 %, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alternativa. Con un nivel de significancia del 5 %, se concluye que los datos de la resistencia a la compresión diagonal en muretes del adobe comprimido provienen de una distribución normal.

PRUEBA DE HIPÓTESIS

H_0 : Las medias son iguales entre todos los grupos

H_1 : Al menos una media difiere respecto a las demás

Nivel de significancia: $\alpha = 5 \%$

Tabla 56. Anova: Resistencia a la compresión diagonal en muretes

ANOVA					
Resistencia a la Compresión Diagonal en Muretes (kg/cm2)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.027	3	0.009	5.220	0.033
Dentro de grupos	0.012	7	0.002		
Total	0.039	10			

Decisión: Al obtener un valor de significancia de 0.033 en el análisis de varianza, que es menor al umbral del 5 %, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa. Esto indica que, con un nivel de confianza del 95 %, existen diferencias significativas entre las medias de resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe comprimido en al menos dos de los grupos evaluados, los cuales varían según los diferentes porcentajes de estabilizador (Z) y cemento Portland tipo IP.

Análisis estadístico descriptivos: resistencia a la tracción del mortero

Tabla 57. Análisis Estadístico Descriptivos: Resistencia a la tracción del mortero

Descriptivos	Dosificaciones	Estadístico		Error estándar
Resistencia a la tracción del mortero (kg/cm2)	adobe tradicional - muestra 0 %	Media	0.1150	0.01500
		95 % de intervalo de confianza para la media	Límite inferior -0.0756	
			Límite superior 0.3056	
		Media recortada al 5 %	.	
		Mediana	0.1150	
		Varianza	0.000	
		Desviación estándar	0.02121	
		Mínimo	0.10	
		Máximo	0.13	
		Rango	0.03	

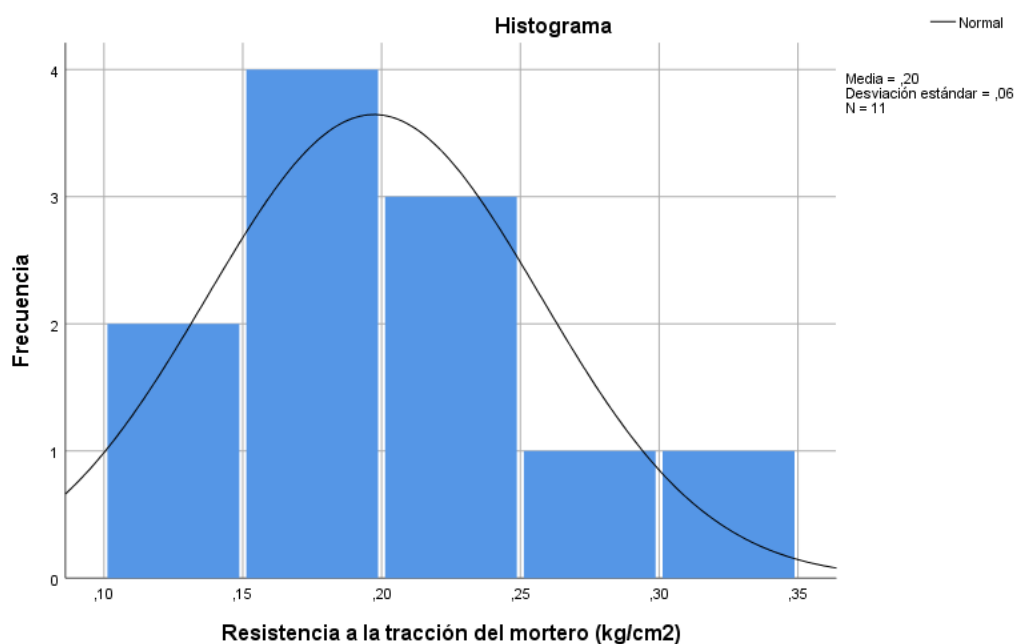
E. Z- 5 %, 10 %	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		.	.
	Curtosis		.	.
	Media		0.1850	0.02500
	95 % de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-0.1327	
		Límite superior	0.5027	
	Media recortada al 5 %		.	
	Mediana		0.1850	
	Varianza		0.001	
	Desviación estándar		0.03536	
	Mínimo		0.16	
	Máximo		0.21	
	Rango		0.05	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		.	.
	Curtosis		.	.
C – 2 %, 3 %, 4 %	Media		0.1933	0.01333
	95 % de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0.1360	
		Límite superior	0.2507	
	Media recortada al 5 %		.	
	Mediana		0.1800	
	Varianza		0.001	
	Desviación estándar		0.02309	
	Mínimo		0.18	
	Máximo		0.22	
	Rango		0.04	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		1.732	1.225
	Curtosis		.	.
	Media		0.2475	0.02810
	95 % de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0.1581	
		Límite superior	0.3369	
	Media recortada al 5 %		0.2467	
E.Z -5 %. 7.5%.10 % + C- 2 %.3 %.4 %				

Mediana	0.2400	
Varianza	0.003	
Desviación estándar	0.05620	
Mínimo	0.19	
Máximo	0.32	
Rango	0.13	
Rango intercuartil	0.11	
Asimetría	0.646	1.014
Curtosis	-0.415	2.619

- La resistencia a la tracción del mortero en el adobe comprimido, tanto en adobe tradicional como en una muestra patrón, varía entre -0.08 kg/cm^2 y 0.31 kg/cm^2 con un nivel de confianza del 95 %.
- Para mezclas con 5 % y 10 % de estabilizador (Z) sin cemento Portland (tipo IP), la resistencia a la tracción se encuentra entre -0.13 kg/cm^2 y 0.50 kg/cm^2 , manteniendo el mismo nivel de confianza.
- Cuando no se añade estabilizador (0 %) y se incorpora cemento Portland (tipo IP) en porcentajes de 2 %, 3 % y 4 %, la resistencia a la tracción del mortero oscila entre 0.14 kg/cm^2 y 0.25 kg/cm^2 con un nivel de confianza del 95 %.
- Finalmente, para dosificaciones que combinan estabilizador (Z) en 5 %, 7.5 % y 10 % con cemento Portland (tipo IP) en 2 %, 3 % y 4 %, la resistencia a la tracción se sitúa entre 0.16 kg/cm^2 y 0.34 kg/cm^2 , manteniendo el nivel de confianza del 95 %.

La figura que se presenta a continuación exhibe el histograma de la resistencia a la tracción del mortero en adobe comprimido, considerando diversas proporciones de estabilizador (Z) y cemento Portland tipo IP. Se nota que la distribución de los datos se ajusta a un comportamiento paramétrico.

Figura 30. Histograma resultante para la resistencia a la tracción del mortero



PRUEBA DE NORMALIDAD

H_0 : Los datos provienen de una distribución normal

H_1 : Los datos no provienen de una distribución normal

Nivel de significancia: $\alpha = 5\%$

Tabla 58. Pruebas de normalidad: Resistencia a la tracción del mortero

Pruebas de normalidad	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la tracción del mortero (kg/cm2)	0.171	11	0.200*	0.973	11	0.912
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Decisión: Como el valor de significancia obtenido en la prueba de Shapiro-Wilk es superior al 5 %, se mantiene la hipótesis nula y se descarta la alternativa. Esto permite concluir, con un nivel de confianza del 95 %, que los datos de resistencia a la tracción del mortero en adobe comprimido se ajustan a una distribución normal.

PRUEBA DE HIPÓTESIS

H_0 : Las medias de todos los grupos son iguales

H_1 : Al menos una media difiere de las demás

Nivel de significancia: $\alpha = 5\%$

Tabla 59. Anova: Resistencia a la tracción del mortero

ANOVA					
Resistencia a la tracción del mortero (kg/cm2)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.024	3	0.008	4.570	0.045
Dentro de grupos	0.012	7	0.002		
Total	0.036	10			

Decisión: Al registrar un valor de significancia de 0.045 en el análisis de varianza, inferior al 5 %, se rechaza la hipótesis nula y se adopta la alternativa. Esto indica que, con un nivel de confianza del 95 %, existen diferencias significativas en las medias de resistencia a la tracción del mortero en adobe comprimido entre al menos dos de los grupos analizados, según los diferentes porcentajes de estabilizador (Z) y cemento Portland tipo IP.

Justificación de uso simultáneo de normalidad utilizando Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk

En la investigación sobre el impacto del Estabilizador (Z) y el cemento Portland (tipo IP) en las propiedades físicas y mecánicas del adobe comprimido, es fundamental confirmar que los datos experimentales siguen una distribución normal. Para este propósito, se emplean de manera conjunta las pruebas de Kolmogorov-Smirnov (KS) y Shapiro-Wilk (SW), cada una con características específicas que aportan valor al análisis estadístico.

1. Prueba de Kolmogorov-Smirnov (KS)

- Es adecuada para muestras grandes ($n > 50$) y evalúa la diferencia máxima entre la distribución empírica de los datos y la distribución teórica normal.
- Es una prueba no paramétrica, lo que significa que no asume una forma específica para la distribución de los datos, pero puede ser menos precisa en muestras pequeñas.

2. Prueba de Shapiro-Wilk (SW)

- Se recomienda para muestras pequeñas y medianas ($n < 50$) y es considerada una de las más potentes para detectar desviaciones de la normalidad.
- Se basa en la correlación entre los valores ordenados de la muestra y los valores esperados bajo una distribución normal.
- Es más sensible a detectar asimetrías y curtosis en los datos.

3. Justificación del uso simultáneo

- Mayor precisión y robustez: La combinación de ambas pruebas permite obtener un análisis más fiable, ya que la prueba KS es útil en muestras grandes y la prueba SW es más precisa en muestras pequeñas.
- Verificación cruzada: Si ambas pruebas indican que los datos siguen una distribución normal, se puede afirmar con mayor confianza la validez de esta suposición. Si hay discrepancias, se debe analizar la naturaleza de la diferencia y considerar otras pruebas complementarias.
- Relevancia en la investigación: Dado que los ensayos de resistencia, absorción y erosión del adobe comprimido involucran datos provenientes de diferentes grupos experimentales, es necesario un método estadístico riguroso para validar la normalidad antes de aplicar pruebas paramétricas como ANOVA o t-Student.

En conclusión, la aplicación simultánea de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk optimiza la evaluación de la normalidad de los datos, asegurando la fiabilidad del análisis estadístico en la investigación.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Conclusión general

Para la hipótesis general los resultados obtenidos indican que tanto el estabilizador (Z) como el cemento Portland (tipo IP) tienen un impacto positivo en las propiedades físico-mecánicas del adobe comprimido. Se observan mejoras en varias características clave, como la absorción de agua, succión, resistencia a la erosión, y la resistencia a la compresión, tanto en los bloques de adobe como en las pilas y muretes.

Por ende, los aditivos utilizados en este estudio, Estabilizador (Z) y cemento Portland (tipo IP), mejoran significativamente las propiedades físico-mecánicas del adobe comprimido, lo que lo convierte en un material más resistente y duradero para la construcción.

Primera conclusión

Para la hipótesis específica n.º 1, Los resultados del ensayo de absorción muestran que la combinación de Estabilizador (Z) y cemento Portland (tipo IP) reduce significativamente la capacidad de absorción de agua del adobe comprimido. Con una dosificación de 10 % de Estabilizador (Z) y 4 % de cemento Portland (tipo IP), se obtuvo el menor porcentaje de absorción (21.56 %), lo que indica una mejora en la resistencia al agua. El Estabilizador (Z) mostró ser más eficaz que el cemento Portland en la reducción de la absorción, especialmente con el 10 % de dosificación (56.18 %). En general, el uso conjunto de ambos aditivos mejora las propiedades del adobe, haciéndolo más resistente a la humedad, lo cual es beneficioso para la construcción en la región de San Jerónimo, Cusco.

Segunda conclusión

Para la hipótesis específica n.º 2, los resultados del ensayo de succión capilar demuestran que tanto el Estabilizador (Z) como el cemento Portland (tipo IP) reducen significativamente la succión capilar del adobe comprimido. La combinación de Estabilizador (Z) al 10 % y cemento Portland (tipo IP) al 4 % obtuvo la mayor disminución, alcanzando un valor de 4.33 g/min/cm², lo que indica una mejora considerable en la resistencia a la absorción de agua. Estos aditivos, aplicados individualmente o en combinación, mejoran las propiedades físicas del adobe, aumentando su durabilidad y resistencia frente a la humedad.

Tercera conclusión

Para la hipótesis específica n° 3, Los resultados obtenidos demuestran que tanto el Estabilizador (Z) como el cemento Portland (tipo IP) son efectivos en la mejora de la resistencia a la erosión del adobe comprimido, siendo la combinación de Estabilizador (Z) al 10 % y cemento Portland (tipo IP) al 4 % la que ofrece la mejor performance, con una erosión reducida a solo 1.50 mm. Esta formulación se presenta como la opción más viable para optimizar la durabilidad del adobe en condiciones de erosión acelerada.

Cuarta conclusión

Para la hipótesis específica n° 4, en conclusión, la incorporación del Estabilizador (Z) y cemento Portland (tipo IP) produce un incremento significativo en la resistencia a la compresión del adobe comprimido del distrito de San Jerónimo, Cusco. Los resultados muestran que la mejor combinación es el 10 % de Estabilizador (Z) junto con el 4 % de cemento Portland (tipo IP), alcanzando una resistencia máxima de 14.41 kg/cm², cumpliendo con la norma técnica E. 080. Esta optimización evidencia la eficacia de estos materiales para mejorar las propiedades mecánicas del adobe.

Quinta conclusión

Para la hipótesis específica n.º 5, en conclusión, los resultados obtenidos muestran claramente que la adición del Estabilizador (Z) y cemento Portland (tipo IP) en pilas de adobe comprimido, fabricadas con suelo del distrito de San Jerónimo, mejora significativamente la resistencia a la compresión. Las muestras con un 10 % de Estabilizador (Z) y 4 % de cemento Portland lograron una resistencia unitaria al corte de 10.81 kg/cm², superando ampliamente el mínimo requerido por la norma técnica E. 080, que es de 6.10 kg/cm². Esto evidencia que la combinación adecuada de estos materiales no solo mejora las propiedades mecánicas del adobe, sino que también garantiza su uso estructural en construcciones.

Sexta conclusión

Para la hipótesis específica n.º 6, en conclusión, la incorporación del Estabilizador (Z) y cemento Portland (tipo IP) en la fabricación de muretes de adobe comprimido con suelo del distrito de San Jerónimo, Cusco, muestra una mejora notable en la resistencia a la compresión diagonal. Los resultados señalan que la combinación más efectiva para obtener la mayor resistencia es un 10 % de Estabilizador (Z) junto con un 4 % de cemento Portland (tipo IP), alcanzando una resistencia promedio al corte de 0.44 kg/cm².

- El adobe tradicional presenta una resistencia de 0.24 kg/cm^2 , lo que subraya la importancia de la estabilización para alcanzar estándares más altos.
- Las muestras con Estabilizador (Z) al 10% y cemento Portland (tipo IP) al 4 %, no solo mejoran la resistencia, sino que también cumplen con la norma técnica E. 080. asegurando que los muretes sean adecuados para su uso en construcción.

Séptima conclusión

Para la hipótesis específica n° 7, los resultados indican que la incorporación del Estabilizador (Z) junto con cemento Portland (tipo IP) produce un aumento significativo en la resistencia a la tracción del mortero. La dosificación más efectiva fue la mezcla con 10 % de Estabilizador (Z) y 4 % de cemento Portland (tipo IP), alcanzando una resistencia unitaria de 0.32 kg/cm^2 , considerablemente mayor que la resistencia del mortero tradicional, que es de 0.10 kg/cm^2 . Además, todas las muestras estabilizadas superaron el mínimo establecido por la Norma Técnica E.080 ($\geq 0.10 \text{ kg/cm}^2$), lo que valida su uso para construcciones de adobe que requieren mayores prestaciones estructurales.

Octava conclusión

Para la hipótesis específica n° 8, el análisis de costos unitarios revela que la incorporación de estabilizantes como el estabilizador (Z) y el cemento portland (tipo IP) aumenta el costo de producción del adobe comprimido, siendo este incremento variable según la proporción y tipo de aditivo utilizado. El adobe tradicional, con un costo de S/ 0.88 por unidad, es la opción más económica, aunque presenta limitaciones en términos de resistencia y durabilidad.

La mezcla con el costo más elevado fue la que incluyó 10 % de estabilador (Z) y 4 % de cemento portland (tipo IP), alcanzando un precio de S/ 1.97 por unidad. Sin embargo, la dosificación que mostró un equilibrio en corresponder a la combinación de 5 % de estabilizador (Z) y 2 % de cemento portland (tipo IP), con un costo de S/ 1.51, ya que ofrece un balance adecuado entre inversión y mejora en las propiedades estructurales, especialmente en resistencia mecánica y comportamiento frente a la humedad.

5.2. RECOMENDACIONES

5.2.1. Recomendaciones técnicas

- Dosificación adecuada de materiales: Para optimizar el proceso de elaboración de adobes estabilizados con Estabilizador (Z) y cemento Portland (tipo IP), se recomienda preparar únicamente la cantidad de mezcla necesaria para la jornada diaria. Esta práctica permite evitar desperdicios de material, garantizar la calidad del producto final y mantener un mejor control sobre los costos de producción.
- Uso de Equipos de Protección Personal (EPP): Durante el pisado del barro, se debe hacer uso obligatorio de equipos de protección personal, tales como botas y guantes de jebe. Esto previene posibles irritaciones, alergias o daños en la piel ocasionados por el contacto prolongado con la mezcla, y contribuye a la seguridad del personal involucrado.
- Transporte eficiente del barro: Para el traslado del barro desde la zona de mezclado hasta los moldes, se recomienda el uso de herramientas manuales como carretillas, baldes o palas. Estas herramientas permiten mejorar la eficiencia del acarreo, reducir el esfuerzo físico del personal y optimizar el flujo del proceso productivo.

5.2.2. Recomendaciones ambientales

- Reutilización de materiales: Se recomienda aprovechar la tierra proveniente de viviendas demolidas o de excavaciones como materia prima para la fabricación de adobes. Esta práctica no solo disminuye la demanda de extracción de nuevos suelos, sino que también reduce la generación de residuos de construcción, promoviendo así una gestión sostenible de los recursos.
- Minimización de residuos: Al preparar únicamente la cantidad necesaria de mezcla para cada jornada de trabajo, se evita el desperdicio de materiales, lo que contribuye a la reducción de residuos sólidos en el proceso constructivo y mejora el desempeño ambiental del proyecto.
- Reducción del impacto ambiental en la producción: Se recomienda el uso de maquinaria de fabricación de adobes comprimidos, ya que permite optimizar el uso de insumos, disminuir el consumo energético y reducir la huella ambiental en comparación con métodos tradicionales más intensivos.

- Promoción de tecnologías limpias: Fomentar el uso de aditivos estabilizadores como el Estabilizador (Z) y el cemento Portland (tipo IP) contribuye a una mayor durabilidad del adobe, lo que a su vez reduce la frecuencia de mantenimiento y reconstrucción, minimizando el uso recurrente de recursos naturales.

5.2.3. Recomendaciones sociales

- Fomento de la autoconstrucción asistida: Se recomienda capacitar a los pobladores locales en la elaboración y uso de adobes estabilizados con Estabilizador (Z) y cemento Portland (tipo IP). Esto no solo fortalece las capacidades técnicas de la comunidad, sino que también promueve el autoconstrucción seguro y mejora las condiciones de habitabilidad.
- Generación de empleo local: La implementación de esta tecnología constructiva puede convertirse en una fuente de empleo para mano de obra no calificada, al requerir actividades como la preparación de mezcla, fabricación de adobes y construcción. Esto contribuye al desarrollo económico y social de la comunidad.
- Revalorización del conocimiento tradicional: Se recomienda integrar el conocimiento ancestral sobre la construcción con adobe con nuevas técnicas de estabilización, promoviendo un enfoque intercultural que respete y fortalezca la identidad local, al tiempo que mejora la calidad de las viviendas.
- Promoción de viviendas dignas y accesibles: Impulsar el uso de adobes estabilizados como alternativa constructiva contribuye a la creación de viviendas más duraderas, seguras y accesibles económicamente, lo cual mejora las condiciones de vida, especialmente en poblaciones vulnerables.

5.2.4. Recomendaciones económicas

- Promoción del uso de adobes estabilizados: Se recomienda la construcción de viviendas utilizando adobes comprimidos mejorados con Estabilizador (Z) y cemento Portland (tipo IP). Esta alternativa no solo prolonga la vida útil de las edificaciones, sino que también permite reducir significativamente los costos asociados a mantenimientos prematuros, representando una inversión rentable a mediano y largo plazo.

- Aprovechamiento de recursos locales: Con el fin de reducir los costos de producción, se sugiere reutilizar la tierra proveniente de viviendas demolidas o de excavaciones. Esta práctica contribuye a minimizar la compra de materiales nuevos, disminuye el impacto ambiental y mejora la eficiencia en el uso de recursos.
- Inversión en maquinaria de producción: Se recomienda fomentar la fabricación y uso de una máquina para la elaboración de adobes comprimidos, lo cual permitiría aumentar la productividad, mejorar la calidad del producto y generar mayores ingresos a través de su comercialización, incentivando así la economía local.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **VELARDE, G.** Análisis de la vulnerabilidad sísmica de viviendas de dos pisos de adobe existente en Lima. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014. 87 pp.
2. **ROJAS, M.** Caracterización física y mecánica de los ladrillos de tierra comprimida estabilizados con cemento. Tesis (Título Profesional de Ingeniera Civil) Pimentel: Universidad Señor de Sipán, 2023. 149 pp.
3. **CABRERA, D. y HUAYNATE, W.** Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2010. 112 pp.
4. **ROJAS, C.** Influencia del duraseal en las propiedades físicas y mecánicas en la unidad de adobe, Huánuco-2019. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil) Huanuco: Universidad de Huánuco, 2023. 171 pp.
5. **CCORIMANYA, E.** Evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas de un adobe compactado adicionado con cemento frente a un adobe adicionado con impermeabilizante Sika, en el distrito de San Sebastian, 2023. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil) Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2023. 108 pp.
6. **VARGAS, E.** Influencia del cemento portland tipo IP en las propiedades del adobe comprimido artesanalmente en San Jerónimo-Cusco en el año 2021. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil) Huancayo: Universidad Continental, 2021. 187 pp.
7. **DEL CASTILLO, O. y TAPARA, E.** Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adobes estabilizado con cemento y celulosa de cartón reciclado CUSCO-2021. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil) Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2022. 180 pp.
8. **GAMA-CASTRO J., CRUZ T., PI-PUIG T., ALCALÁ-MARTÍNEZ R., CABADAS-BÁEZ H., JASSO-CASTAÑEDA C., DÍAZ-ORTEGA J., SÁNCHEZ-PÉREZ S., LÓPEZ-AGUILAR F. y VILANOVA R.** Arquitectura de tierra: el adobe como material de construcción en la época prehispánica. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 2012, 64(2). 177-188.
9. **SAROZA B., RODRÍGUEZ M., MENÉNDEZ J. y BARROSO I.** Estudio de la resistencia a compresión simple del adobe elaborado con suelos procedentes de Crescencio Valdés, Villa Clara, Cuba. *Informes de la Construcción*, 2008, 60 (511), 41-47. ISSN 0020-0883
10. **TEJASWINI M., DEVDAS M. & RAMYA A.** Sustainable construction using stabilized mud blocks: an overview. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 2021, Vol. 10.
11. **MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento.** *NORMA, E. 080. Diseño y construcción. con tierra reforzada*, 2017, Primera edición digital: diciembre 2020.
12. **Z ADITIVOS SAINT GOBAIN.** Estabilizador Z con polímeros. https://www.zaditivos.com.pe/productos-para-carreteras/estabilizador-z-con-polimeros#tab-product_documentation, 2024.

13. **Z ADITIVOS SAINT GOBAIN.** Hoja técnica: Estabilizador Z con polimeros. <https://www.zaditivos.com.pe/files/zaditivos/2024-03/HT%20ESTABILIZADOR%20Z%20CON%20POLIMEROS.pdf>, 2025.
14. **INSTITUTO Nacional de Calidad (INACAL)** Norma técnica peruana. Cemento Portland con puzolana natural tipo IP. NTP 334.082:2020., 2020.
15. **WIKIPEDIA Enciclopedia libre.** Suelo Cemento, 2024 [en línea]. https://es.wikipedia.org/wiki/Suelo_cemento
16. **HERNÁNDEZ R, FERNÁNDEZ C. y BAPTISTA P.** *Metodología de la investigación*. Mexico D. F.: McGraw-Hill / INTERAMERICANA EDITORES, S. A. DE C. V., 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0
17. **LUQUE, A.** *Métodos de investigación científica*. Lima: San Marcos, 2016.
18. **ROMERO M, CASTILLO D. y GARCÍA, L.** *Diseños de investigación aplicados a las ciencias sociales y experimentales*. Bogota: Académica Colombiana, 2019.
19. **RAMOS, M.** *Técnicas de investigación científica aplicadas a la ingeniería*. Lima: Editorial Universitaria, 2018.
20. **RAHIMNIA , R y DORMOHAMADI, M.** Efecto combinado de la compactación y el contenido de arcilla sobre las propiedades mecánicas del ladrillo de adobe. *Estudios de caso en materiales de construcción*, 2020. Vol. 13, pág. e00402.
21. **SANDOVAL, G.** Evaluación de la erosión y la resistencia del adobe adicionado con cenizas de carbón y cal. Tesis (Título de Ingeniero Civil Ambiental) Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2021. 335 pp.
22. **SÁNCHEZ, P.** Estabilización de suelos con cemento. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil) Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2015.
23. **LULICHAC, F.** Determinación de las propiedades físico-mecánicas de las unidades de albañilería en la provincia de Cajamarca. Tesis (Título Profesional de Ingeniera Civil) Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2015. 137 pp.
24. **GALLEGOS, J.** *Manual de diseño y construcción con adobe*. La Paz: CIDEM, 2005.
25. **ASOCIACIÓN Española de Normalización y Certificación (AENOR).** *Construcción con tierra. Bloques de tierra comprimida. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo*. Madrid: AENOR, 2008. 17.
26. **CID FALCETO, J.** 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 Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, 2012. 339 pp.
27. **CHAMPIRÉ F., FABBRI A., MOREL J. C., WONG H. & MCGREGOR F.** Impact of relative humidity on the mechanical behavior of compacted earth as a building material. *Construction and Building Materials*, 2016, Vol. 110, 70 - 78
28. **MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (MTC).** E 1109 - 2004 Norma técnica de estabilizadores químicos, Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2004.

ANEXOS

- ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE LAS UNIDADES DE ADOBES.
- PRUEBAS DE LABORATORIO
- CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO
- PANEL FOTOGRÁFICO

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE LAS UNIDADES DE ADOBES

Tabla 60. Apu adobe tradicional 0.30 x 0.20 x 0.10 cm

Partida	01.01	ADOBE TRADICIONAL 0.30 x 0.20 x 0.10 CM					Rend:	200.0000	UND/DIA
		Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
		Mano de Obra							
		47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0400	11.25	0.45	
		47 00009	PEON	HH	0.500	0.0200	8.50	0.17	
								0.62	
		Materiales							
		04 07530	TIERRA PREPARADA (BARRO P/ASENT. ADOBE)	M3		0.0106	20.00	0.21	
		39 00002	AGUA	M3		0.0011	5.00	0.01	
		39 08840	PAJA	KG		0.1600	0.15	0.02	
								0.24	
		Equipo							
		37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.62	0.02	
								0.02	
		Costo Unitario por UND :							0.88

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61. Apu adobe compactado 0.30 x 0.20 x 0.10 cm al 0 %

Partida	01.02	ADOBE COMPACTADO 0.30 x 0.20 x 0.10 CM AL 0%				Rend:	200.0000	UND/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
		Mano de Obra						
	47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0400	11.25	0.45	
	47 00009	PEON	HH	0.500	0.0200	8.50	0.17	
							0.62	
		Materiales						
	04 07530	TIERRA PREPARADA (BARRO P/ASENT. ADOBE)	M3		0.0106	20.00	0.21	
	39 00002	AGUA	M3		0.0011	5.00	0.01	
							0.22	
		Equipo						
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.62	0.02	
	48 07528	MAQUINA PRENSADORA DE ADOBE	HM	1.000	0.0400	5.00	0.20	
							0.22	
						Costo Unitario por UND :	1.06	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62. Apu adobe compactado 0.30 x 0.20 x 0.10 cm + 2 % cemento

Partida	01.03	ADOBE COMPACTADO 0.30 x 0.20 x 0.10 CM + 2% CEMENTO				Rend:	200.0000	UND/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
		Mano de Obra						
	47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0400	11.25		0.45
	47 00009	PEON	HH	0.500	0.0200	8.50		0.17
								0.62
		Materiales						
	04 07530	TIERRA PREPARADA (BARRO P/ASENT. ADOBE)	M3		0.0106	20.00		0.21
	21 00003	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	KG		0.2120	0.68		0.14
	39 00002	AGUA	M3		0.0011	5.00		0.01
								0.36
		Equipo						
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.62		0.02
	48 07528	MAQUINA PRENSADORA DE ADOBE	HM	1.000	0.0400	5.00		0.20
								0.22
						</		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63. Apu adobe compactado 0.30 x 0.20 x 0.10 cm + 4 % cemento

Partida	01.04	ADOBE COMPACTADO 0.30 x 0.20 x 0.10 CM + 4% CEMENTO					Rend:	200.0000	UND/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
		Mano de Obra							
	47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0400	11.25		0.45	
	47 00009	PEON	HH	0.500	0.0200	8.50		0.17	
									0.62
		Materiales							
	04 07530	TIERRA PREPARADA (BARRO P/ASENT. ADOBE)	M3		0.0106	20.00		0.21	
	21 00003	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	KG		0.4240	0.68		0.29	
	39 00002	AGUA	M3		0.0011	5.00		0.01	
									0.51
		Equipo							
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.62		0.02	
	48 07528	MAQUINA PRENSADORA DE ADOBE	HM	1.000	0.0400	5.00		0.20	
									0.22

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64. Apu adobe compactado 0.30 x 0.20 x 0.10 cm + 5 % Estabilizador Z

Partida	01.05	ADOBE COMPACTADO 0.30 x 0.20 x 0.10 CM + 5% ESTABILIZADOR Z				Rend:	200.0000	UND/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
		Mano de Obra						
	47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0400	11.25		0.45
	47 00009	PEON	HH	0.500	0.0200	8.50		0.17
								0.62
		Materiales						
	04 07530	TIERRA PREPARADA (BARRO P/ASENT. ADOBE)	M3		0.0106	20.00		0.21
	30 07529	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE Z	L		0.0530	5.81		0.31
	39 00002	AGUA	M3		0.0011	5.00		0.01
								0.53
		Equipo						
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.62		0.02
	48 07528	MAQUINA PRENSADORA DE ADOBE	HM	1.000	0.0400	5.00		0.20
								0.22

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65. Apu adobe compactado 0.30 x 0.20 x 0.10 cm + 10% Estabilizador (Z)

Partida	01.06	ADOBE COMPACTADO 0.30 x 0.20 x 0.10 CM + 10% ESTABILIZADOR Z				Rend:	200.0000	UND/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
		Mano de Obra						
	47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0400	11.25		0.45
	47 00009	PEON	HH	0.500	0.0200	8.50		0.17
								0.62
		Materiales						
	04 07530	TIERRA PREPARADA (BARRO P/ASENT. ADOBE)	M3		0.0106	20.00		0.21
	30 07529	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE Z	L		0.1060	5.81		0.62
	39 00002	AGUA	M3		0.0011	5.00		0.01
								0.84
		Equipo						
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		3.0000	0.62		0.02
	48 07528	MAQUINA PRENSADORA DE ADOBE	HM	1.000	0.0400	5.00		0.20
								0.22

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66. Apu adobe compactado 0.30 x 0.20 x 0.10 cm + 5 % Estabilizador (Z) + 4 % cemento.

Partida	01.07	ADOBE COMPACTADO 0.30 x 0.20 x 0.10 CM + 5% EST. Z + 4% CEMENTO				Rend:	200.0000	UND/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
		Mano de Obra						
	47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0400	11.25		0.45
	47 00009	PEON	HH	0.500	0.0200	8.50		0.17
								0.62
		Materiales						
	04 07530	TIERRA PREPARADA (BARRO P/ASENT. ADOBE)	M3		0.0106	20.00		0.21
	21 00003	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	KG		0.4240	0.68		0.29
	30 07529	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE Z	L		0.0530	5.81		0.31
	39 00002	AGUA	M3		0.0011	5.00		0.01
								0.82
		Equipo						
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		3.0000	0.62		0.02
	48 07528	MAQUINA PRENSADORA DE ADOBE	HM	1.000	0.0400	5.00		0.20
								0.22

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67. Apu adobe compactado 0.30 x 0.20 x 0.10 cm + 10 % Estabilizador (Z) + 2 % cemento

Partida	01.08	ADOBE COMPACTADO 0.30 x 0.20 x 0.10 CM + 10% EST. Z + 2% CEMENTO				Rend:	200.0000 UND/DIA	
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
		Mano de Obra						
	47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0400	11.25	0.45	
	47 00009	PEON	HH	0.500	0.0200	8.50	0.17	
							0.62	
		Materiales						
	04 07530	TIERRA PREPARADA (BARRO P/ASENT. ADOBE)	M3		0.0106	20.00	0.21	
	21 00003	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	KG		0.2120	0.68	0.14	
	30 07529	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE Z	L		0.1060	5.81	0.62	
	39 00002	AGUA	M3		0.0011	5.00	0.01	
							0.98	
		Equipo						
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		3.0000	0.62	0.02	
	48 07528	MAQUINA PRENSADORA DE ADOBE	HM	1.000	0.0400	5.00	0.20	
							0.22	
			</					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68. Apu adobe compactado 0.30 x 0.20 x 0.10 cm + 10 % Estabilizador (Z) + 4 % cemento

Partida	01.09	ADOBE COMPACTADO 0.30 x 0.20 x 0.10 CM + 10% EST. Z + 4% CEMENTO					Rend:	200.0000	UND/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
		Mano de Obra							
	47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0400	11.25			0.45
	47 00009	PEON	HH	0.500	0.0200	8.50			0.17
									0.62
		Materiales							
	04 07530	TIERRA PREPARADA (BARRO P/ASENT. ADOBE)	M3		0.0106	20.00			0.21
	21 00003	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	KG		0.4240	0.68			0.29
	30 07529	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE Z	L		0.1060	5.81			0.62
	39 00002	AGUA	M3		0.0011	5.00			0.01
									1.13
		Equipo							
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		3.0000	0.62			0.02
	48 07528	MAQUINA PRENSADORA DE ADOBE	HM	1.000	0.0400	5.00			0.20
									0.22

Fuente: Elaboración propia

Tabla 69. Apu adobe compactado 0.30 x 0.20 x 0.10 cm + 5 % Estabilizador (Z) + 2 % cemento

Partida	01.10	ADOBE COMPACTADO 0.30 x 0.20 x 0.10 CM + 5% EST. Z + 2% CEMENTO					Rend:	200.0000 UND/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
		Mano de Obra						
	47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0400	11.25		0.45
	47 00009	PEON	HH	0.500	0.0200	8.50		0.17
								0.62
		Materiales						
	04 07530	TIERRA PREPARADA (BARRO P/ASENT. ADOBE)	M3		0.0106	20.00		0.21
	21 00003	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	KG		0.2120	0.68		0.14
	30 07529	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE Z	L		0.0530	5.81		0.31
	39 00002	AGUA	M3		0.0011	5.00		0.01
								0.67
		Equipo						
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		3.0000	0.62		0.02
	48 07528	MAQUINA PRENSADORA DE ADOBE	HM	1.000	0.0400	5.00		0.20
								0.22
		Costo Unitario por UND :						1.51

Fuente: Elaboración propia

Tabla 70. Apu adobe compactado 0.30 x 0.20 x 0.10 cm + 7.5 % Estabilizador (Z) + 3 % cemento

Partida	01.11	ADOBE COMPACTADO 0.30 x 0.20 x 0.10 CM + 7.5% EST. Z + 3% CEMENTO					Rend:	200.0000 UND/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
		Mano de Obra						
	47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0400	11.25		0.45
	47 00009	PEON	HH	0.500	0.0200	8.50		0.17
								0.62
		Materiales						
	04 07530	TIERRA PREPARADA (BARRO P/ASENT. ADOBE)	M3		0.0106	20.00		0.21
	21 00003	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	KG		0.3180	0.68		0.22
	30 07529	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE Z	L		0.0795	5.81		0.46
	39 00002	AGUA	M3		0.0011	5.00		0.01
								0.90
		Equipo						
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		3.0000	0.62		0.02
	48 07528	MAQUINA PRENSADORA DE ADOBE	HM	1.000	0.0400	5.00		0.20
								0.22
		Costo Unitario por UND :						1.74

Fuente: Elaboración propia

PRUEBAS DE LABORATORIO



CONGEINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



Proyecto: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

Solicita: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yucra

Ubicación: San Jeronimo - Cusco - Cusco

FECHA: CUSCO, ABRIL 2024

UTM	
X	Y
801163	8385181

Muestreo	C-01
SUCS	CL
Denominación	Suelo para elaboracion de adobes

CONTENIDO DE HUMEDAD NTP-339.127 - ASTM-D2216

DESCRIPCION	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE CAPSULA	29.97	30.85	30.41	
PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO	119.31	122.63	116.11	
PESO CAPS + MATERIAL SECO	113.55	116.76	110.51	
PESO DEL AGUA	5.76	5.87	5.60	
PESO DEL SUELO SECO	83.58	85.92	80.10	
CONTENIDO DE AGUA (%)	6.89	6.84	7.00	6.91

PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = 6.91%



Peso Especifico de masa (Pem)

Ws= Peso del solido, gr : 100.00 gr
Wo= Peso de inicial, gr : 500.00 gr
Wf= Peso final de la muestra, gr : 562.33 gr
 γ_w = Peso especifico del agua : 1.00 gr/cm3

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s} = \frac{W_s}{\frac{W_o + W_s - W_f}{\gamma_w}} = 2.65 \text{ gr/cm}^3$$

ING. JEFFERSON CHIRRA HOLGUIN
CIP 307704
INGENIERO EN GEOTECNIA Y OBRAS DE CONSTRUCCION



CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



Proyecto: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

Solicita: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yuca
Ubicación: San Jeronimo - Cusco - Cusco

Fecha: CUSCO, ABRIL 2024

Muestreo	C-01
SUCS	CL
Denominación	Suelo para elaboración de adobes

PESO INICIAL= 610.00 gr
% de perdidas= 0.73%

PESO FINAL= 605.55 gr
% Max de Perdida= 2.00% OKiii

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E-107-200

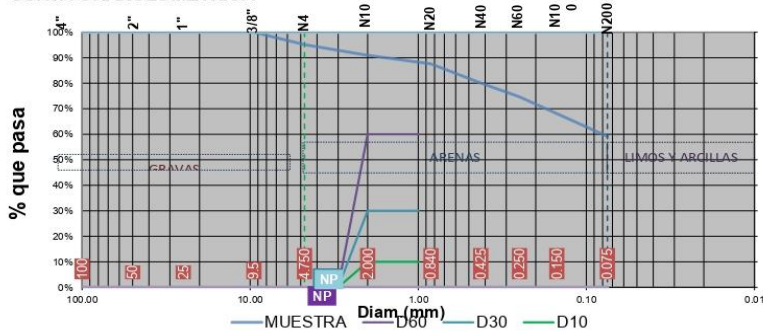
Tamiz N°	Diam.(mm)	Peso retenido	%retenido	%que pasa
4"	100	0.00	0.00%	100.00%
2"	50	0.00	0.00%	100.00%
1"	25	0.00	0.00%	100.00%
3/8"	9.5	0.00	0.00%	100.00%
4	4.750	29.65	4.90%	95.10%
10	2.000	25.41	4.20%	90.91%
20	0.840	20.37	3.36%	87.54%
40	0.425	45.32	7.48%	80.06%
60	0.250	32.55	5.38%	74.68%
100	0.150	39.80	6.57%	68.11%
200	0.075	54.22	8.95%	59.16%
bandeja	0.000	358.23	59.16%	0.00%
		605.55	100.00%	



% de gruesos= 40.84%
% de finos= 59.16%
% de grava= 4.90%
% de arena= 35.95%

% de la fraccion gruesa retenida en la malla N 4= 11.99% (Grava)
% de la fraccion gruesa pasa la malla N 4= 88.01% (Arena)

CURVA GRANULOMETRICA



D60= NP
D30= NP
D10= NP
Cu= NP
Cc= NP

ING. JEFFERSON CHAZA HOLGUIN
C.R. 407.704
INGENIERO EN GEOTECNIA Y OBRAS DE CONSTRUCCION



CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



Proyecto: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

Solicita: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yuca
Ubicación: San Jeronimo - Cusco - Cusco

Fecha: CUSCO, ABRIL 2024

Muestreo	C-01
SUCS	CL
Denominación	Suelo para elaboración de adobes

PESO INICIAL= 610.00 gr

PESO FINAL= 605.55 gr

LIMITES DE CONSISTENCIA

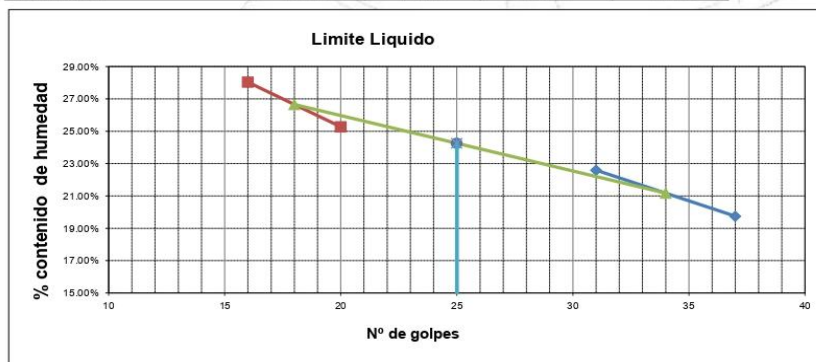
LIMITE PLASTICO

Nº de lata	1	2	3
peso de suelo humedo + lata(gr)	30.34	26.13	28.58
peso de suelo seco + lata(gr)	29.34	26.03	27.58
peso de lata(gr)	23.45	25.41	21.70
peso de suelo seco(gr)	5.89	0.62	5.88
peso de suelo humedo(gr)	6.89	0.72	6.88
peso de agua(gr)	1.00	0.10	1.00
contenido de humedad	16.96%	16.90%	16.93%



LIMITE LIQUIDO MTC E-110

Nº de lata	1	2	3	4
peso de suelo humedo + lata(gr)	100.83	90.35	91.43	95.42
peso de suelo seco + lata(gr)	87.89	77.85	77.94	80.05
peso de lata(gr)	22.35	22.51	24.57	25.22
peso de suelo seco(gr)	65.54	55.34	53.37	54.83
peso de suelo humedo(gr)	78.48	67.84	66.86	70.20
peso de agua(gr)	12.94	12.50	13.49	15.37
contenido de humedad	19.75%	22.60%	25.28%	28.04%
Numero de golpes:N	37	31	20	16
LL aproximado	20.71%	23.19%	24.60%	26.56%



LL= 24.26%

LP= 16.93%

IP= 7.33%

ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP-307704
SUPERVISOR EN GEOTECNICA Y OBRAS
DE CONSTRUCCION

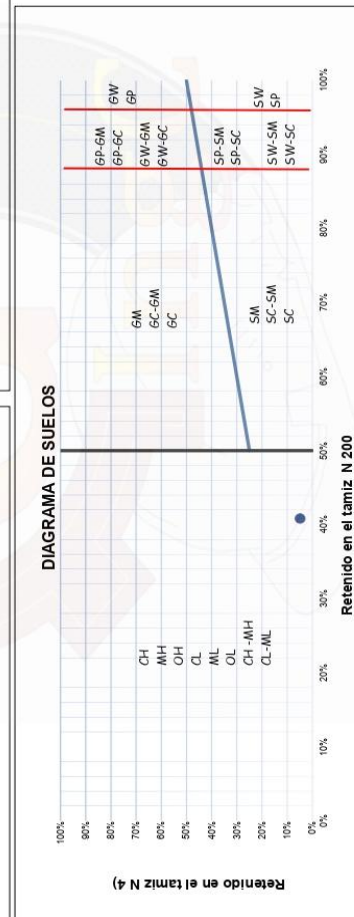
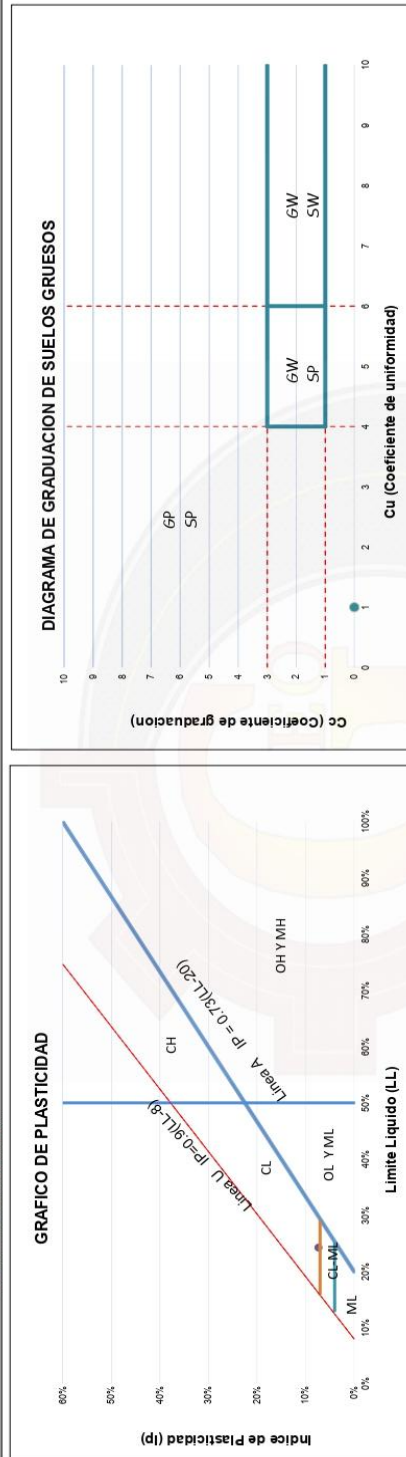




CONGEOINGC EIRL. CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel: 921-126-588 / 921-592-803



ING. JEFFERSON CIVERA HOGUIN
RUC: 20610425098

CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Concreto



PROYECTO/OBRA

INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

SOLICITANTE

Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yucra

FECHA

CUSCO, ABRIL 2024

PESO UNITARIO SUELTO AASTHO T-29

OLLA DE 1/10 PIE CUBICO

AGREGADO FINO	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE	2080gr	2080gr	2080gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	6444gr	6465gr	6485gr	
VOLUMEN DE MOLDE	2831.68cm3	2831.68cm3	2831.68cm3	
PESO UNITARIO SUELTO	1541.13 kg/m3	1548.55 kg/m3	1555.61 kg/m3	1548.43 kg/m3

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO =

1548.43 kg/m3

PESO UNITARIO SUELTO - AG. FINO




 ING. JEFFERSON CHIRRA HOLGUIN
 CIP: 507704
 20 PERIODO EN GEOTECNIA VARIAS
 SEMESTRES



CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



Proyecto: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

Solicita: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yucra
Ubicación: San Jeronimo - Cusco - Cusco **Fecha:** CUSCO, ABRIL 2024

Calicata	Descripción	Grava	Arena	Finos	LL	LP	IP	SUCS	PE (g/cm ³)	PU (g/cm ³)	%H
C-01	Suelo para elaboración de adobes	4.90%	35.95%	59.16%	24.26%	16.93%	7.33%	CL	2.65	1.55	6.91%

ING. JEFFERSON CHERA NOLGÚN
CIP-50784
INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL



CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO / OBRA

**INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL
CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS
PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL
ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN
JERONIMO - CUSCO 2024**

UBICACIÓN

DISTRITO	SAN JERONIMO	PROV.	CUSCO	DEP.	CUSCO
----------	-----------------	-------	-------	------	-------

SOLICITANTE

Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yucra

ESTUDIO DE MECANICA DE MATERIALES (EMM)



EMM CON FINES DE DETERMINACION DE LA ABSORCION

PROFESIONAL RESPONSABLE

ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN (CIP:307704)

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

CUSCO, ABRIL 2024



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP: 307704
INGENIERO EN GEOTECNIA
Especialista en Geotecnia



CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA
RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



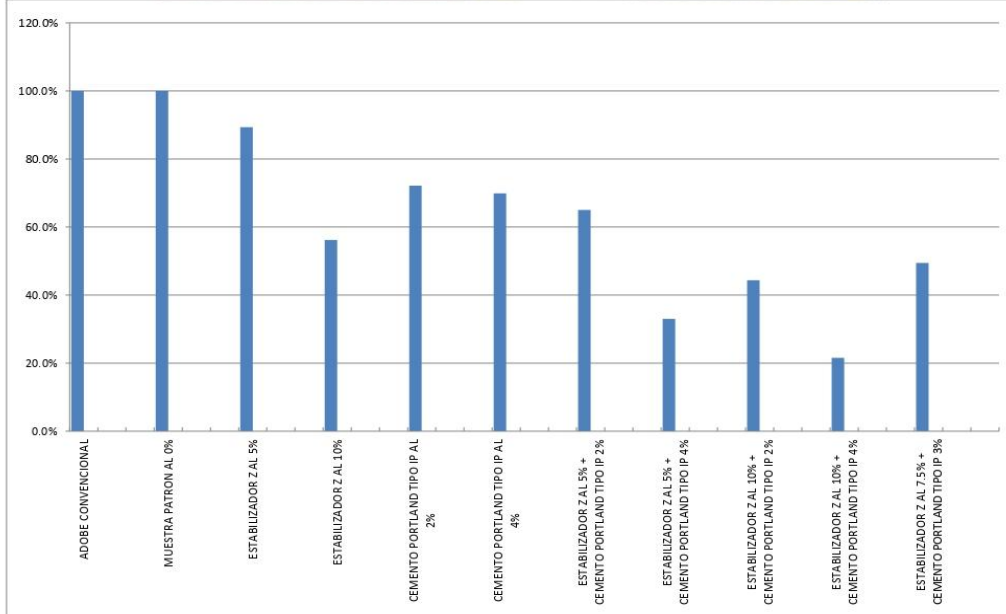
PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024
SOLICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yuca
FECHA: CUSCO, ABRIL 2024 **UBICACIÓN:** SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

ENSAYO DE ABSORCION DE UNIDADES DE ADOBE

Materia prima :	Denominacion
Arcilla	Adobe

DIMENSIONES DEL ADOBE (cm)		
LARGO	ANCHO	ALTURA
30.00 m	20.00 m	10.00 m

1	1	ESTABILIZADOR Z AL 10% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 2%	Abril	28	9389 g	13524 g	44.04%
2	2		Abril	28	9379 g	13484 g	43.77%
3	3		Abril	28	9399 g	13458 g	45.31%
1	1	ESTABILIZADOR Z AL 10% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 4%	Abril	28	9421 g	11251 g	19.42%
2	2		Abril	28	9401 g	11474 g	22.05%
3	3		Abril	28	9404 g	11589 g	23.21%
1	1	ESTABILIZADOR Z AL 7.5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 3%	Abril	28	9451 g	14098 g	49.17%
2	2		Abril	28	9432 g	14102 g	49.51%
3	3		Abril	28	9415 g	14094 g	49.70%



ING. JEFFERSON CHORA HOLGUIN
C.R. 2047704
INGENIERO EN GEOTECNIA Y OBRAS DE CONSTRUCCION



CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO / OBRA
**INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL
CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS
PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL
ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN
JERONIMO - CUSCO 2024**

UBICACIÓN

DISTRITO	SAN JERONIMO	PROV.	CUSCO	DEP.	CUSCO
----------	-----------------	-------	-------	------	-------

SOLICITANTE

Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yucra

ESTUDIO DE MECANICA DE MATERIALES (EMM)



EMM DE UNIDADES DE ADOBE - SUCCION

PROFESIONAL RESPONSABLE
ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN (CIP:307704)
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

CUSCO, ABRIL 2024



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP-307704
INGENIERO EN GEOTECNIA



CONGEOINGC EIRL. **CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL** **RUC: 20610425098**

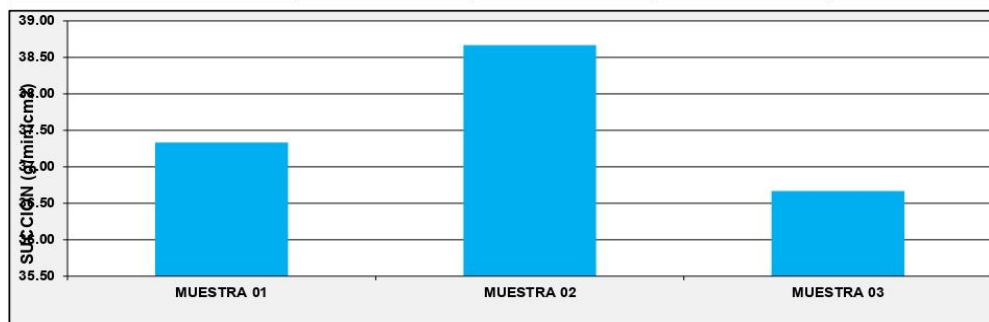
DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco – Cusco
 congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
 Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN
SOLICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yuca
UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

SUCCION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA

Nº DE MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
DESCRIPCION	ADOBE TRADICIONAL	ADOBE TRADICIONAL	ADOBE TRADICIONAL	
VOLUMEN INICIAL DE AGUA	3652.00 g	3656.00 g	3685.00 g	
TIEMPO DE SUCCION	1.00 min	1.00 min	1.00 min	
VOLUMEN FINAL DE AGUA	3764.00 g	3772.00 g	3795.00 g	
LARGO	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm	
ANCHO	20.00 cm	20.00 cm	20.00 cm	
AREA TOTAL	600.00 cm ²	600.00 cm ²	600.00 cm ²	
VARIACION DEL AGUA	112.00 g	116.00 g	110.00 g	
SUCCION (g/min/cm ²)	37.33	38.67	36.67	37.56 g/cm ² /min




 ING. JEFFERSON CHAZA HOLGUIN
 C.R. 501704
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y MASAS
 TERRESTRES



CONGEOINGC EIRL. **CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL** **RUC: 20610425098**

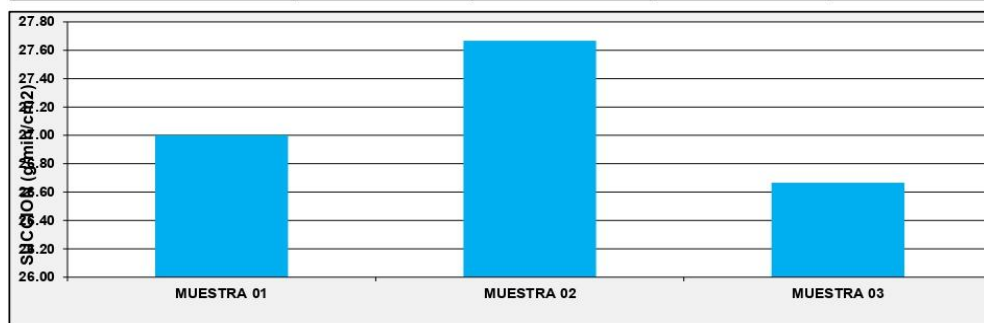
DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco
 congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
 Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN SOLICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yuca
UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

SUCCION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA

Nº DE MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
DESCRIPCION	MUESTRA PATRON 0%	MUESTRA PATRON 0%	MUESTRA PATRON 0%	
VOLUMEN INICIAL DE AGUA	3644.00 g	3599.00 g	3548.00 g	
TIEMPO DE SUCCION	1.00 min	1.00 min	1.00 min	
VOLUMEN FINAL DE AGUA	3725.00 g	3682.00 g	3628.00 g	
LARGO	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm	
ANCHO	20.00 cm	20.00 cm	20.00 cm	
AREA TOTAL	600.00 cm ²	600.00 cm ²	600.00 cm ²	
VARIACION DEL AGUA	81.00 g	83.00 g	80.00 g	
SUCCION (g/min/cm ²)	27.00	27.67	26.67	27.11 g/cm ² /min




 ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
 CIP 107704
 SUPERVISOR DE OBRA
 TITULADO



CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco – Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

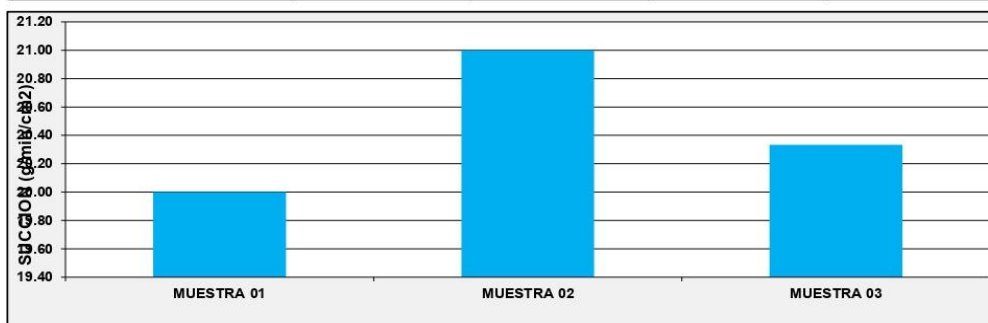
Cel: 921-126-988, 921-992-803

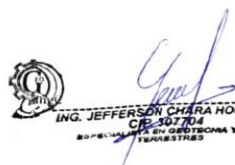


PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN
SOLICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yuca
UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

SUCCION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA

Nº DE MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
DESCRIPCION	ESTABILIZADOR Z AL 5%	ESTABILIZADOR Z AL 5%	ESTABILIZADOR Z AL 5%	
VOLUMEN INICIAL DE AGUA	3745.00 g	3702.00 g	3654.00 g	
TIEMPO DE SUCCION	1.00 min	1.00 min	1.00 min	
VOLUMEN FINAL DE AGUA	3805.00 g	3765.00 g	3715.00 g	
LARGO	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm	
ANCHO	20.00 cm	20.00 cm	20.00 cm	
AREA TOTAL	600.00 cm ²	600.00 cm ²	600.00 cm ²	
VARIACION DEL AGUA	60.00 g	63.00 g	61.00 g	
SUCCION (g/min/cm ²)	20.00	21.00	20.33	20.44 g/cm ² /min




 ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
 CIP: 501704
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y OBRAS DE
 TERRAPLENES



CONGEOINGC EIRL. **CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIV** **RUC: 20610425098**

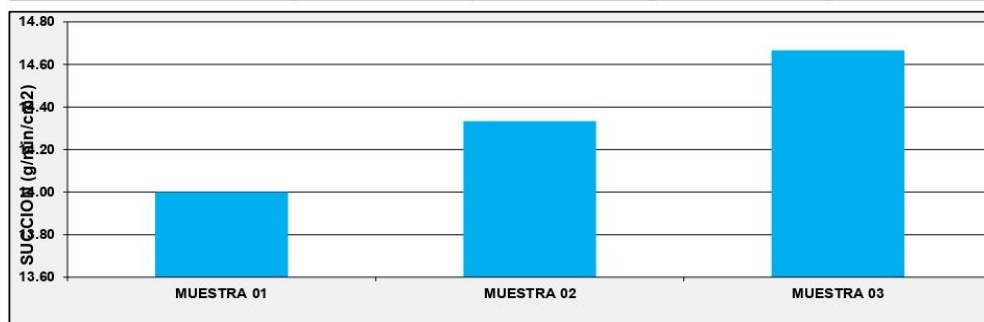
DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco – Cusco
 congeolngc@gmail.com - www.congeolngc.com
 Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN
SOLICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yuca
UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

SUCCION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA

Nº DE MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
DESCRIPCION	ESTABILIZADOR Z AL 10%	ESTABILIZADOR Z AL 10%	ESTABILIZADOR Z AL 10%	
VOLUMEN INICIAL DE AGUA	3746.00 g	3758.00 g	3615.00 g	
TIEMPO DE SUCCION	1.00 min	1.00 min	1.00 min	
VOLUMEN FINAL DE AGUA	3788.00 g	3801.00 g	3659.00 g	
LARGO	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm	
ANCHO	20.00 cm	20.00 cm	20.00 cm	
AREA TOTAL	600.00 cm ²	600.00 cm ²	600.00 cm ²	
VARIACION DEL AGUA	42.00 g	43.00 g	44.00 g	
SUCCION (g/min/cm ²)	14.00	14.33	14.67	14.33 g/cm ² /min




 ING. JEFFERSON CHIRA HOLGUIN
 CIP-507704
 INGENIERO EN GESTION DE PROYECTOS



CONGEINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIV

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeingc@gmail.com - www.congeingc.com

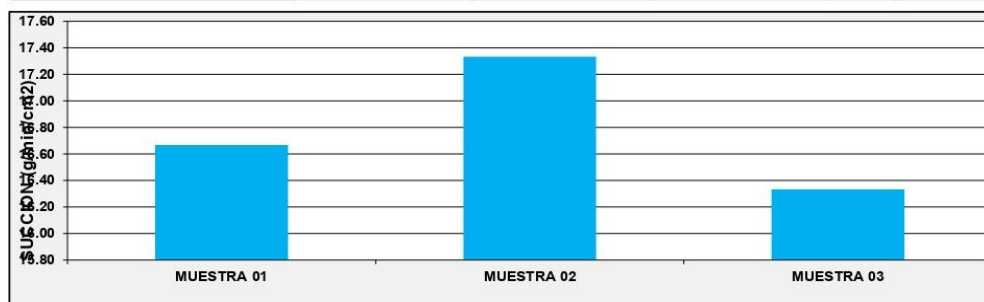
Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN SOLICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yuca
UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

SUCCION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA

Nº DE MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
DESCRIPCION	CEMENTO PORTLAND TIPO IP AL 2%	CEMENTO PORTLAND TIPO IP AL 2%	CEMENTO PORTLAND TIPO IP AL 2%	
VOLUMEN INICIAL DE AGUA	3684.00 g	3598.00 g	3626.00 g	
TIEMPO DE SUCCION	1.00 min	1.00 min	1.00 min	
VOLUMEN FINAL DE AGUA	3734.00 g	3650.00 g	3675.00 g	
LARGO	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm	
ANCHO	20.00 cm	20.00 cm	20.00 cm	
AREA TOTAL	600.00 cm ²	600.00 cm ²	600.00 cm ²	
VARIACION DEL AGUA	50.00 g	52.00 g	49.00 g	
SUCCION (g/min/cm ²)	16.67	17.33	16.33	16.78 g/cm ² /min




 ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
 CIP-307704
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y OBRAS DE
 TERRENO



CONGEOINGC EIRL. **CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIV** **RUC: 20610425098**

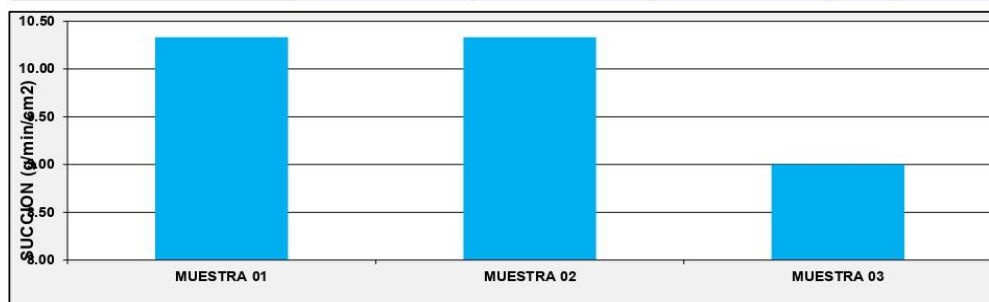
DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco – Cusco
 congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
 Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN SOLICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yuca
UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

SUCCION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA

Nº DE MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
DESCRIPCION	CEMENTO PORTLAND TIPO IP AL 4%	CEMENTO PORTLAND TIPO IP AL 4%	CEMENTO PORTLAND TIPO IP AL 4%	
VOLUMEN INICIAL DE AGUA	3644.00 g	3628.00 g	3698.00 g	
TIEMPO DE SUCCION	1.00 min	1.00 min	1.00 min	
VOLUMEN FINAL DE AGUA	3675.00 g	3659.00 g	3725.00 g	
LARGO	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm	
ANCHO	20.00 cm	20.00 cm	20.00 cm	
AREA TOTAL	600.00 cm ²	600.00 cm ²	600.00 cm ²	
VARIACION DEL AGUA	31.00 g	31.00 g	27.00 g	
SUCCION (g/min/cm ²)	10.33	10.33	9.00	9.89 g/cm ² /min




 ING. JEFFERSON CHERA HOLGUIN
 CIP 307704
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y OBRAS DE CONCRETO



CONGEINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeingc@gmail.com - www.congeingc.com

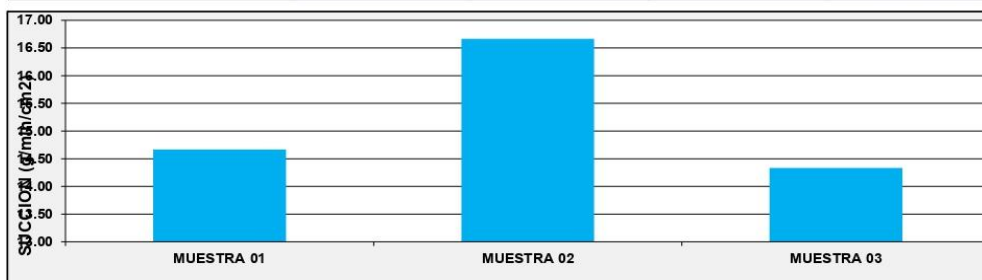
Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN
SOLICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yuca
UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

SUCCION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA

Nº DE MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
DESCRIPCION	ESTABILIZADOR Z AL 5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 2%	ESTABILIZADOR Z AL 5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 2%	ESTABILIZADOR Z AL 5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 2%	
VOLUMEN INICIAL DE AGUA	3712.00 g	3744.00 g	3745.00 g	
TIEMPO DE SUCCION	1.00 min	1.00 min	1.00 min	
VOLUMEN FINAL DE AGUA	3756.00 g	3794.00 g	3788.00 g	
LARGO	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm	
ANCHO	20.00 cm	20.00 cm	20.00 cm	
AREA TOTAL	600.00 cm ²	600.00 cm ²	600.00 cm ²	
VARIACION DEL AGUA	44.00 g	50.00 g	43.00 g	
SUCCION (g/min/cm ²)	14.67	16.67	14.33	15.22 g/cm ² /min




 ING. JEFFERSON CHORA HOLGUIN
 CP-367704
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y OBRAS DE CONCRETO
 TECNICO



CONGEINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeingc@gmail.com - www.congeingc.com

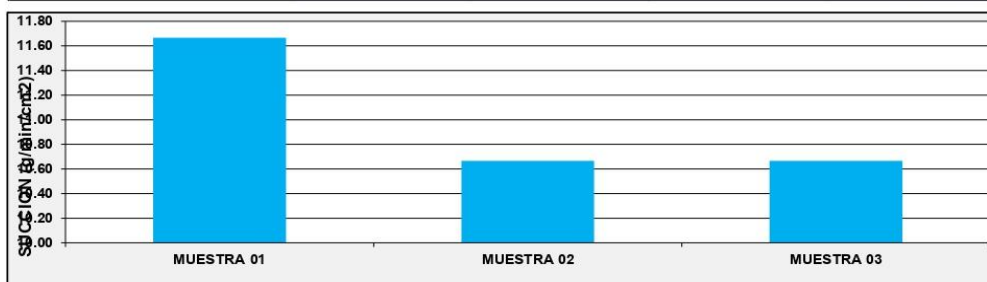
Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN
SOLICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yuca
UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

SUCCION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA

Nº DE MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
DESCRIPCION	ESTABILIZADOR Z AL 5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 4%	ESTABILIZADOR Z AL 5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 4%	ESTABILIZADOR Z AL 5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 4%	
VOLUMEN INICIAL DE AGUA	3654.00 g	3529.00 g	3696.00 g	
TIEMPO DE SUCCION	1.00 min	1.00 min	1.00 min	
VOLUMEN FINAL DE AGUA	3689.00 g	3561.00 g	3728.00 g	
LARGO	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm	
ANCHO	20.00 cm	20.00 cm	20.00 cm	
AREA TOTAL	600.00 cm ²	600.00 cm ²	600.00 cm ²	
VARIACION DEL AGUA	35.00 g	32.00 g	32.00 g	
SUCCION (g/min/cm ²)	11.67	10.67	10.67	11.00 g/cm ² /min




 ING. JEFFERSON CHIRRA HOLGUIN
 CP 107704
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y OBRAS
 TERRESTRES



CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

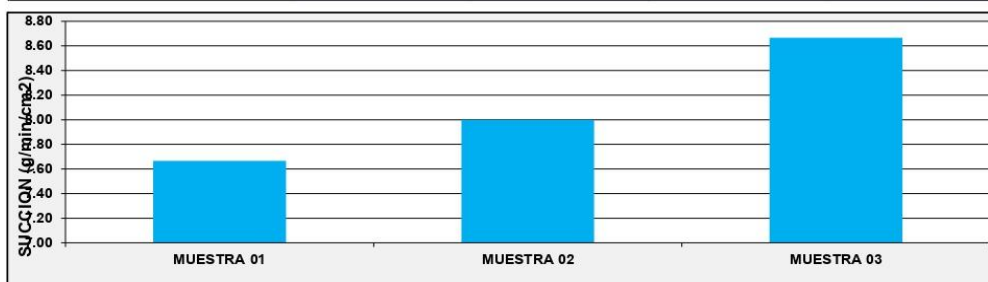
Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN
SOLICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yuera
UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

SUCCION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA

Nº DE MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
DESCRIPCION	ESTABILIZADOR Z AL 10% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 2%	ESTABILIZADOR Z AL 10% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 2%	ESTABILIZADOR Z AL 10% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 2%	
VOLUMEN INICIAL DE AGUA	3715.00 g	3698.00 g	3748.00 g	
TIEMPO DE SUCCION	1.00 min	1.00 min	1.00 min	
VOLUMEN FINAL DE AGUA	3738.00 g	3722.00 g	3774.00 g	
LARGO	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm	
ANCHO	20.00 cm	20.00 cm	20.00 cm	
AREA TOTAL	600.00 cm ²	600.00 cm ²	600.00 cm ²	
VARIACION DEL AGUA	23.00 g	24.00 g	26.00 g	
SUCCION (g/min/cm ²)	7.67	8.00	8.67	8.11 g/cm ² /min




 ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
 CIP-307704
 BOGOTÁ, COLOMBIA, 2018



CONGEOINGC EIRL. **CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIV** **RUC: 20610425098**

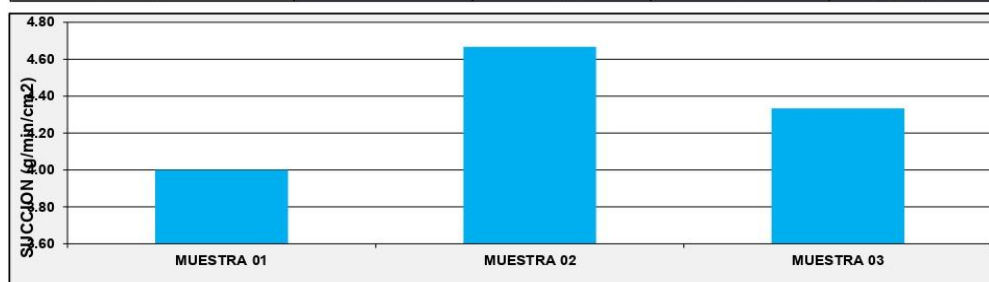
DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco
 congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
 Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN
SOLICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yuca
UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

SUCCION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA

Nº DE MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
DESCRIPCION	ESTABILIZADOR Z AL 10% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 4%	ESTABILIZADOR Z AL 10% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 4%	ESTABILIZADOR Z AL 10% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 4%	
VOLUMEN INICIAL DE AGUA	3687.00 g	3648.00 g	3784.00 g	
TIEMPO DE SUCCION	1.00 min	1.00 min	1.00 min	
VOLUMEN FINAL DE AGUA	3699.00 g	3662.00 g	3797.00 g	
LARGO	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm	
ANCHO	20.00 cm	20.00 cm	20.00 cm	
AREA TOTAL	600.00 cm ²	600.00 cm ²	600.00 cm ²	
VARIACION DEL AGUA	12.00 g	14.00 g	13.00 g	
SUCCION (g/min/cm ²)	4.00	4.67	4.33	4.33 g/cm ² /min




 ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
 CIP-567704
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y OBRAS DE CONSTRUCCION



CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

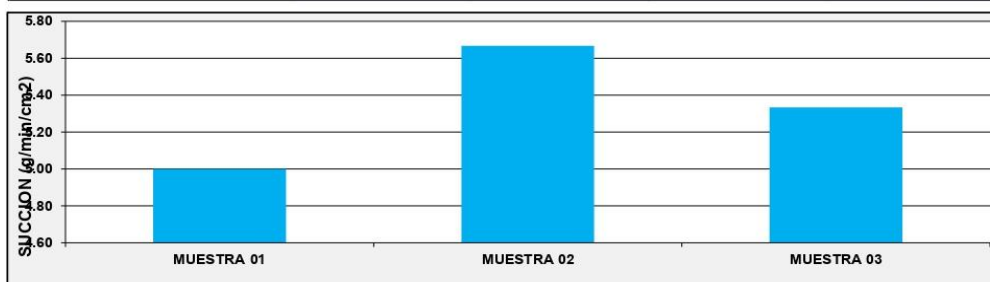
Cel: 921-126-988, 921-992-803

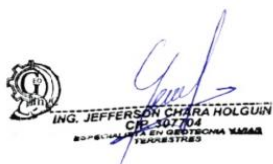


PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN
SOLICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yuca
UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

SUCCION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA

Nº DE MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
DESCRIPCION	ESTABILIZADOR Z AL 7.5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 3%	ESTABILIZADOR Z AL 7.5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 3%	ESTABILIZADOR Z AL 7.5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 3%	
VOLUMEN INICIAL DE AGUA	3655.00 g	3784.00 g	3474.00 g	
TIEMPO DE SUCCION	1.00 min	1.00 min	1.00 min	
VOLUMEN FINAL DE AGUA	3670.00 g	3801.00 g	3490.00 g	
LARGO	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm	
ANCHO	20.00 cm	20.00 cm	20.00 cm	
AREA TOTAL	600.00 cm ²	600.00 cm ²	600.00 cm ²	
VARIACION DEL AGUA	15.00 g	17.00 g	16.00 g	
SUCCION (g/min/cm ²)	5.00	5.67	5.33	5.33 g/cm ² /min




 ING. JEFFERSON CHIRAHOLGUIN
 CIP 507704
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y OBRAS DE SANEAMIENTO

CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

**PROYECTO / OBRA**

INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

UBICACIÓN

DISTRITO	SAN JERONIMO	PROV.	CUSCO	DEP.	CUSCO
-----------------	---------------------	--------------	--------------	-------------	--------------

SOLICITANTE

Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yucra

ESTUDIO DE MECANICA DE MATERIALES (EMM)



EMM CON FINES DE DETERMINACION DE LA EROSION ACELERADA

SWINBURNE (SAET)

UNE 41410:2008

PROFESIONAL RESPONSABLE

ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN (CIP:307704)

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

CUSCO, MAYO 2024



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP-307704
BOGOTÁ EN GERTRONDA VASAS



CONGEINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco
congeingc@gmail.com - www.congeingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



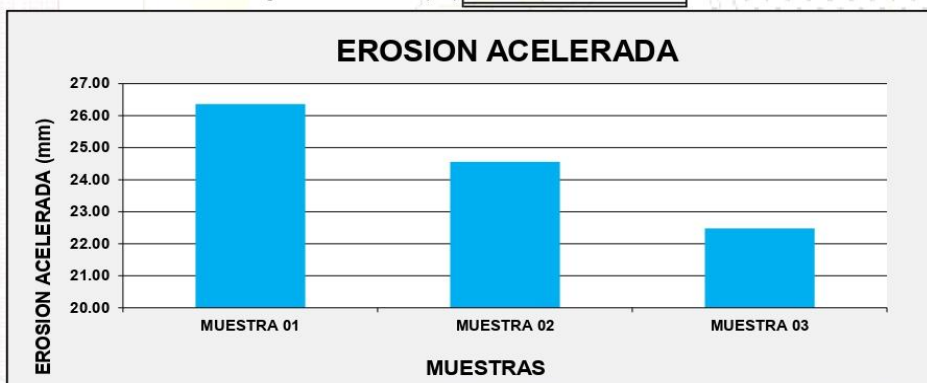
PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

OLICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yu

UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

EROSION ACELERADA "SWINBURNE" DE UNIDADES DE ADOBE

Nº DE MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
DESCRIPCION	ADOBE TRADICIONAL	ADOBE TRADICIONAL	ADOBE TRADICIONAL
CAUDAL (ml/min)	650.00	650.00	650.00
TIEMPO (Min)	10.00 min	10.00 min	10.00 min
OQUEDAD (mm)	26.36	24.56	22.48
RESISTENCIA	BAJA NULA	BAJA NULA	BAJA NULA
OQUEDAD PROMEDIO (mm)		24.47	



ING. JEFFERSON CHERA HOLGUIN
CIP 307704
INGENIERO EN GEOTECNIA Y OBRAS DE
TERRESTRES



CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

OLICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yu

UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

EROSION ACELERADA "SWINBURNE" DE UNIDADES DE ADOBE

N° DE MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
DESCRIPCION	MUESTRA PATRON 0%	MUESTRA PATRON 0%	MUESTRA PATRON 0%
CAUDAL (ml/min)	650.00	650.00	650.00
TIEMPO (Min)	10.00 min	10.00 min	10.00 min
OQUEDAD (mm)	19.08	18.07	17.23
RESISTENCIA	BAJA	BAJA	BAJA

OQUEDAD PROMEDIO (mm)

18.13

EROSION ACELERADA



ING. JEFFERSON CHIRRA HOLGUIN
CIP: 207704
BO. P. C. EN GEOTECNIA Y AGUA
TUNISTRES



CONGEINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco
congeingc@gmail.com - www.congeingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

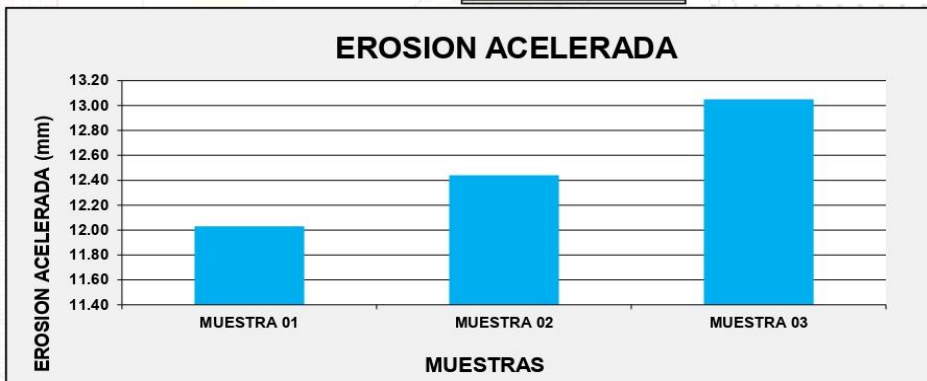
LICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yu

UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

EROSION ACELERADA "SWINBURNE" DE UNIDADES DE ADOBE

Nº DE MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
DESCRIPCION	ESTABILIZADOR Z AL 5%	ESTABILIZADOR Z AL 5%	ESTABILIZADOR Z AL 5%
CAUDAL (ml/min)	650.00	650.00	650.00
TIEMPO (Min)	10.00 min	10.00 min	10.00 min
OQUEDAD (mm)	12.03	12.44	13.05
RESISTENCIA	BAJA	BAJA	BAJA

OQUEDAD PROMEDIO (mm) **12.51**



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP 507704
BO-SUBALFATA EN GEOTECNIA Y AGUA



CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

LICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yu

UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

EROSION ACELERADA "SWINBURNE" DE UNIDADES DE ADOBE

Nº DE MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
DESCRIPCION	ESTABILIZADOR Z AL 10%	ESTABILIZADOR Z AL 10%	ESTABILIZADOR Z AL 10%
CAUDAL (ml/min)	650.00	650.00	650.00
TIEMPO (Min)	10.00 min	10.00 min	10.00 min
OQUEDAD (mm)	6.15	7.22	6.25
RESISTENCIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA

OQUEDAD PROMEDIO (mm) **6.54**

EROSION ACELERADA



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP-307704
EDIFICACION Y OBRAS DE CONSTRUCCION VARIAS
11 AÑOS



CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



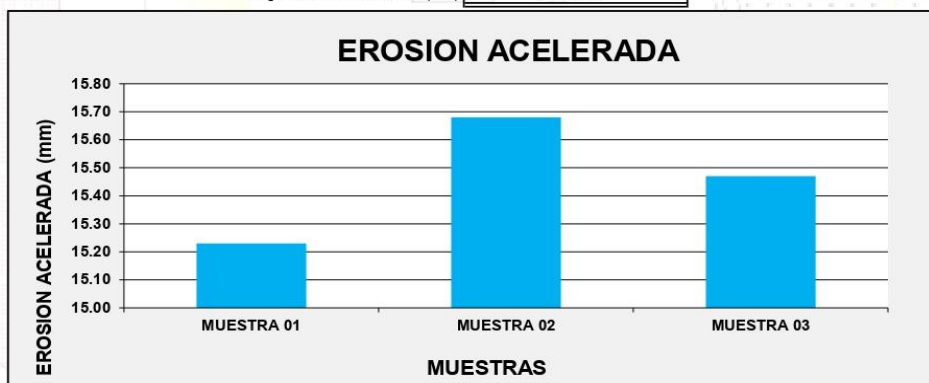
PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

LICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yu

UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

EROSION ACELERADA "SWINBURNE" DE UNIDADES DE ADOBE

Nº DE MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
DESCRIPCION	CEMENTO PORTLAND TIPO IP AL 2%	CEMENTO PORTLAND TIPO IP AL 2%	CEMENTO PORTLAND TIPO IP AL 2%
CAUDAL (ml/min)	650.00	650.00	650.00
TIEMPO (Min)	10.00 min	10.00 min	10.00 min
OQUEDAD (mm)	15.23	15.68	15.47
RESISTENCIA	BAJA	BAJA	BAJA
OQUEDAD PROMEDIO (mm)		15.46	



ING. JEFFERSON CHERA HOLGUIN
CIP 307704
INGENIERO EN GEOTECNIA Y OBRAS DE
INFRAESTRUCTURA



CONGEINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco
congeingc@gmail.com - www.congeingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



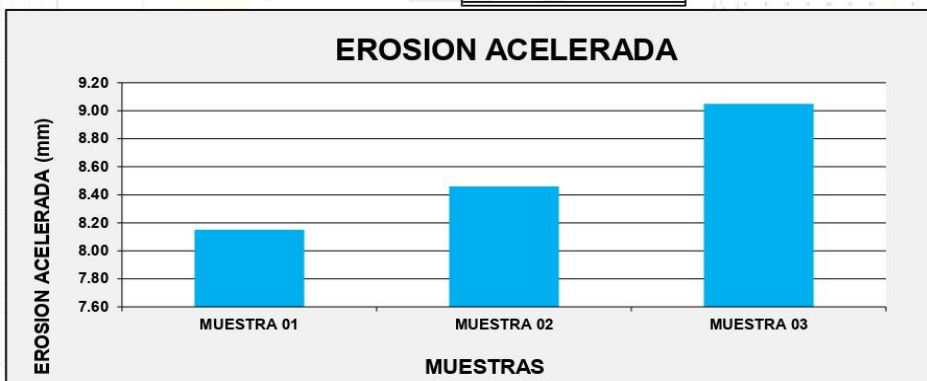
PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

LICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yu

UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

EROSION ACELERADA "SWINBURNE" DE UNIDADES DE ADOBE

Nº DE MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
DESCRIPCION	CEMENTO PORTLAND TIPO IP AL 4%	CEMENTO PORTLAND TIPO IP AL 4%	CEMENTO PORTLAND TIPO IP AL 4%
CAUDAL (ml/min)	650.00	650.00	650.00
TIEMPO (Min)	10.00 min	10.00 min	10.00 min
OQUEDAD (mm)	8.15	8.46	9.05
RESISTENCIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
OQUEDAD PROMEDIO (mm)		8.55	



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CP-307704
INGENIERO EN GEOTECNIA Y OBRAS
TERRESTRES



CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



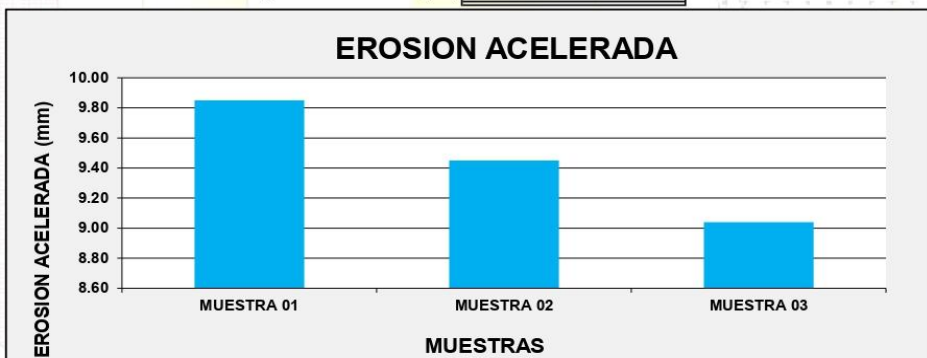
PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

LICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yu

UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

EROSION ACELERADA "SWINBURNE" DE UNIDADES DE ADOBE

Nº DE MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
DESCRIPCION	ESTABILIZADOR Z AL 5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 2%	ESTABILIZADOR Z AL 5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 2%	ESTABILIZADOR Z AL 5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 2%
CAUDAL (ml/min)	650.00	650.00	650.00
TIEMPO (Min)	10.00 min	10.00 min	10.00 min
OQUEDAD (mm)	9.85	9.45	9.04
RESISTENCIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
OQUEDAD PROMEDIO (mm)		9.45	



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP-50704
SUPERVISOR EN GEOTECNIA Y OBRAS
DE CONCRETO



CONGEINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



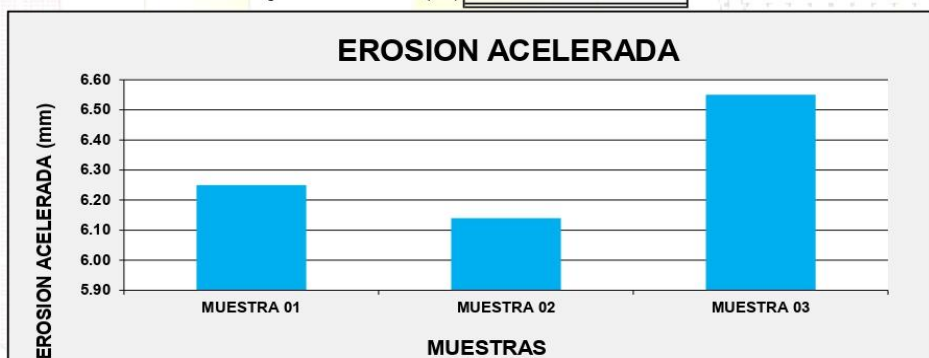
PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

LICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yu

UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

EROSION ACELERADA "SWINBURNE" DE UNIDADES DE ADOBE

Nº DE MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
DESCRIPCION	ESTABILIZADOR Z AL 5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 4%	ESTABILIZADOR Z AL 5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 4%	ESTABILIZADOR Z AL 5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 4%
CAUDAL (ml/min)	650.00	650.00	650.00
TIEMPO (Min)	10.00 min	10.00 min	10.00 min
OQUEDAD (mm)	6.25	6.14	6.55
RESISTENCIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
OQUEDAD PROMEDIO (mm)		6.31	



ING. JEFFERSON CHIRA HOLGUIN
CPE-501704
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y OBRAS
TEMPERESTRES



CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



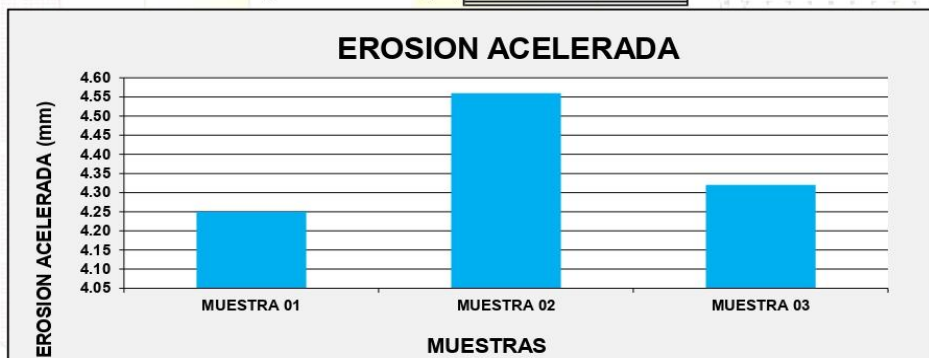
PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

LICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yu

UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

EROSION ACELERADA "SWINBURNE" DE UNIDADES DE ADOBE

Nº DE MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
DESCRIPCION	ESTABILIZADOR Z AL 10% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 2%	ESTABILIZADOR Z AL 10% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 2%	ESTABILIZADOR Z AL 10% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 2%
CAUDAL (ml/min)	650.00	650.00	650.00
TIEMPO (Min)	10.00 min	10.00 min	10.00 min
OQUEDAD (mm)	4.25	4.56	4.32
RESISTENCIA	ALTA	ALTA	ALTA
OQUEDAD PROMEDIO (mm)		4.38	



ING. JEFFERSON CHIRRA HOLGUIN
CIP 207704
SUPERVISOR EN GEOTECNIA Y AGUA



CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel. 921-126-988, 921-992-803



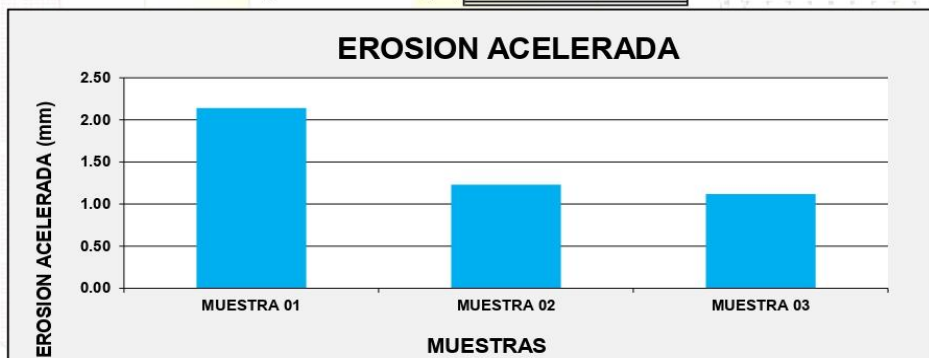
PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

LICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yu

UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

EROSION ACELERADA "SWINBURNE" DE UNIDADES DE ADOBE

Nº DE MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
DESCRIPCION	ESTABILIZADOR Z AL 10% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 4%	ESTABILIZADOR Z AL 10% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 4%	ESTABILIZADOR Z AL 10% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 4%
CAUDAL (ml/min)	650.00	650.00	650.00
TIEMPO (Min)	10.00 min	10.00 min	10.00 min
OQUEDAD (mm)	2.14	1.23	1.12
RESISTENCIA	ALTA	ALTA	ALTA
OQUEDAD PROMEDIO (mm)		1.50	



ING. JEFFERSON CHERA HOLGUIN
CIP 507704
BO-ELECCIÓN EN GERENCIA KARAR
TENDIENTES



CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



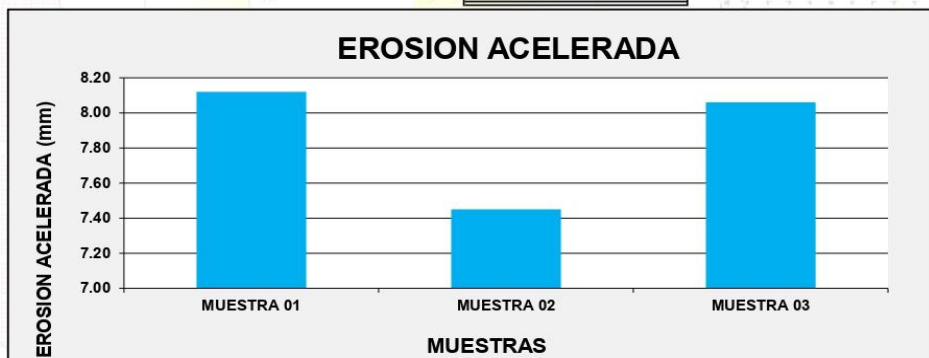
PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

LICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yu

UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

EROSION ACELERADA "SWINBURNE" DE UNIDADES DE ADOBE

Nº DE MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
DESCRIPCION	ESTABILIZADOR Z AL 7.5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 3%	ESTABILIZADOR Z AL 7.5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 3%	ESTABILIZADOR Z AL 7.5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 3%
CAUDAL (ml/min)	650.00	650.00	650.00
TIEMPO (Min)	10.00 min	10.00 min	10.00 min
OQUEDAD (mm)	8.12	7.45	8.06
RESISTENCIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
OQUEDAD PROMEDIO (mm)		7.88	



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP-307704
INGENIERO EN GEOTECNIA Y OBRAS DE TIERRAS



CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO / OBRA

INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

UBICACIÓN

DISTRITO	SAN JERONIMO	PROV.	CUSCO	DEP.	CUSCO
----------	--------------	-------	-------	------	-------

SOLICITANTE

Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yucra

ESTUDIO DE MECANICA DE MATERIALES (EMM)



EMM DE UNIDADES DE ADOBE - RESISTENCIA A LA COMPRESION

RNE: E080

PROFESIONAL RESPONSABLE

ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN (CIP:307704)

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

CUSCO, MAYO 2024



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP-307704
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y OBRAS
DE CONCRETO



DIMENSIONES (cm)		
LARGO	ANCHO	ALTURA
30.00	20.00	10.00





CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
RUC: 20610425098
DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel: 921-126-988 921-992-803



INFORME DE ROTURA DE UNIDADES DE ADOBE (E080)

SOLICITADO: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yucra

PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

UBICACIÓN: SAN JERONIMO-CUSCO-CUSCO

FECHA: CUSCO, MAYO 2024

MUESTRA: UNIDADES DE ADOBE

DIMENSIONES (cm)		
LARGO	ANCHO	ALTURA
30.00	20.00	10.00

N° de Especimen	DESCRIPCION	Fecha	Edad	Dial	RESISTENCIAS			PORCENTAJES de f'c		CUMPLE?
					Resist. de unidad	Resist. que debe tener	Resist. Promedio que tiene	% f'c diseño de unidad	% f'c diseño que debe tener	
		Rotura	(días)	kN	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	%	%	
1	CEMENTO PORTLAND TIPO IP AL 2%	MAYO	28	63.56	11.44	10.20	11.62	112.13%	100.00%	SI
2		MAYO	28	64.23	11.56	10.20		113.32%	100.00%	SI
3		MAYO	28	64.55	11.62	10.20		113.88%	100.00%	SI
4		MAYO	28	65.89	11.86	10.20		116.24%	100.00%	SI
1	CEMENTO PORTLAND TIPO IP AL 4%	MAYO	28	72.56	13.06	10.20	13.19	128.01%	100.00%	SI
2		MAYO	28	72.69	13.08	10.20		128.24%	100.00%	SI
3		MAYO	28	73.44	13.22	10.20		129.56%	100.00%	SI
4		MAYO	28	74.58	13.42	10.20		131.58%	100.00%	SI
1	ESTABILIZADOR Z AL 5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 2%	MAYO	28	70.23	12.64	10.20	12.61	123.90%	100.00%	SI
2		MAYO	28	69.89	12.58	10.20		123.30%	100.00%	SI
3		MAYO	28	69.85	12.57	10.20		123.23%	100.00%	SI
4		MAYO	28	70.44	12.68	10.20		124.27%	100.00%	SI
1	ESTABILIZADOR Z AL 5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 4%	MAYO	28	75.69	13.62	10.20	13.46	133.53%	100.00%	SI
2		MAYO	28	74.59	13.42	10.20		131.59%	100.00%	SI
3		MAYO	28	74.50	13.41	10.20		131.43%	100.00%	SI
4		MAYO	28	74.52	13.41	10.20		131.47%	100.00%	SI



ING. JEFFERSON CHAZA HOLGUIN
CIP-307704
INGENIERO EN GEOTECNIA Y OBRAS
TERRESTRES





CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO / OBRA

**INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL
CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS
PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL
ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN
JERONIMO - CUSCO 2024**

UBICACIÓN

DISTRITO	SAN JERONIMO	PROV.	CUSCO	DEP.	CUSCO
----------	-----------------	-------	-------	------	-------

SOLICITANTE

Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yucra

ESTUDIO DE MECANICA DE MATERIALES (EMM)



EMM CON FINES DE DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DE PILAS

DE ADOBE

RNE: E080

PROFESIONAL RESPONSABLE

ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN (CIP:307704)

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

CUSCO, AGOSTO 2024



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP-307704
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
TERRASERVICE



CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

SOLICITA: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yuca

UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

EMM CON FINES DE DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DE PILAS DE ADOBE

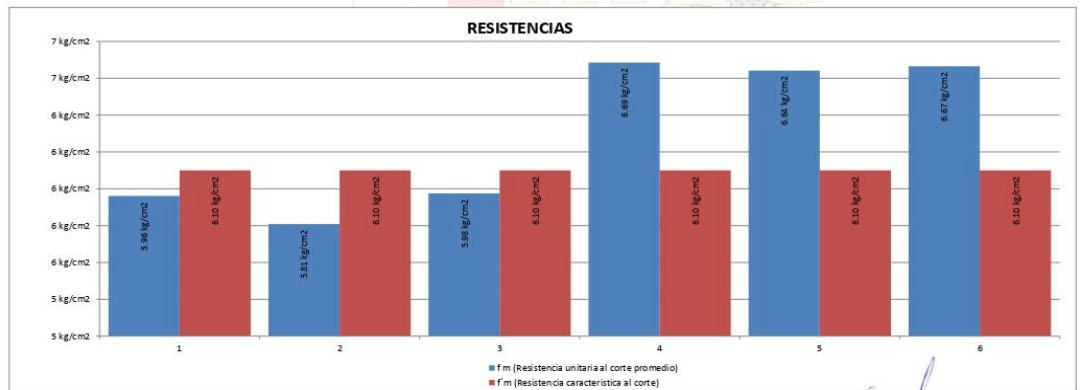
Materia prima:	Denominacion
Arcilla	Adobe

PILA	DIMENSIONES DEL ADOBE (cm)
f m	LARGO ANCHO ALTURA
6.1 Kg/cm ²	30.00 m 20.00 m 10.00 m

DIMENSIONES MURETE ADOBE (cm)
LARGO ANCHO ALTURA
30.00 m 20.00 m 33.00 m

N° DE ADOBES	3
--------------	---

										RESISTENCIA QUE TIENE		RESISTENCIA QUE DEBE TENER	CUMPLE
GRUPO	Nº de Unidad de Albañilería	Descripción	Fecha de rotura	Edad del espécimen	Dial (KG)	Largo	Ancho	Altura	Área Bruta	f'm (Resistencia unitaria al corte promedio)	f'm (Resistencia característica al corte)	f'm (Resistencia característica al corte)	
1	1	ADOBE CONVENCIONAL	AGOSTO	28	3577 Kg	30.0 cm	20.0 cm	33.5 cm	600.00 cm²	5.962 Kg/cm²		6.10 Kg/cm²	NO
	2		AGOSTO	28	3485 Kg	30.0 cm	20.0 cm	32.5 cm	600.00 cm²	5.808 Kg/cm²	5.92 Kg/cm²	6.10 Kg/cm²	NO
	3		AGOSTO	28	3585 Kg	30.0 cm	20.0 cm	33.3 cm	600.00 cm²	5.975 Kg/cm²		6.10 Kg/cm²	NO
2	1	MUESTRA PATRON AL 0%	AGOSTO	28	4011 Kg	30.0 cm	20.0 cm	33.0 cm	600.00 cm²	6.685 Kg/cm²		6.10 Kg/cm²	SI
	2		AGOSTO	28	3985 Kg	30.0 cm	20.0 cm	32.5 cm	600.00 cm²	6.642 Kg/cm²	6.66 Kg/cm²	6.10 Kg/cm²	SI
	3		AGOSTO	28	3999 Kg	30.0 cm	20.0 cm	33.0 cm	600.00 cm²	6.665 Kg/cm²		6.10 Kg/cm²	SI



ING. JEFFERSON CHARRA HOLGUIN
CIP 307704
BOGOTÁ - COLOMBIA



CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIV

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

SOLICITANTE: Bach. José Domingo Valderama Pérez y Bach. Rogelio paja yuca

UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

EMM CON FINES DE DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DE PILAS DE ADOBE

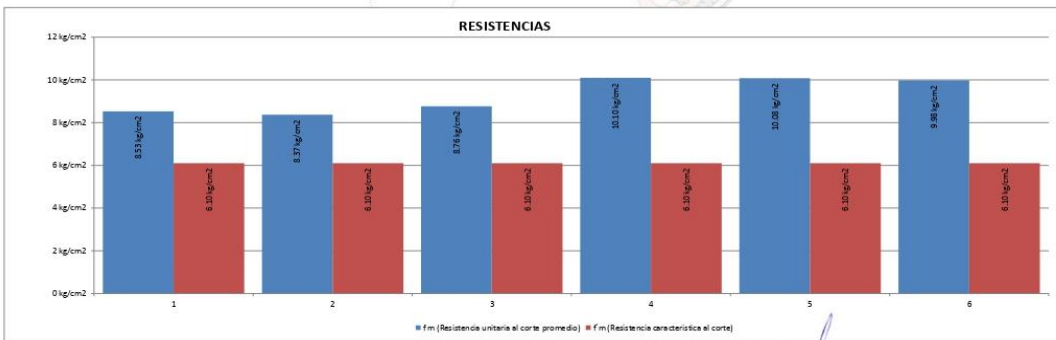
Materia prima:	Denominación
trillo	Adobe

Nº DE ADOBE 3

PILA	DIMENSIONES DEL ADOBE (cm)
f m	LARGO ANCHO ALTURA
6.1 Kg/cm ² 0.8 MPa	30.00 m 20.00 m 10.00 m

DIMENSIONES MURETE ADOBE (cm)
LARGO ANCHO ALTURA
30.00 m 20.00 m 33.00 m

GRUPO	Nº de Unidad de Albañilería	Descripción	Fecha de rotura	Edad del espécimen	Dial (Kg)	Largo	Ancho	Altura	Area Bruta	RESISTENCIA QUE TIENE		RESISTENCIA QUE DEBE TENER		CUMPLE
										f m (Resistencia unitaria al corte promedio)	f m (Resistencia característica al corte)	f m (Resistencia unitaria al corte promedio)	f m (Resistencia característica al corte)	
3	1	ESTABILIZADOR Z AL 5%	AGOSTO	28	5114 Kg	30.0 cm	20.0 cm	32.5 cm	600.00 cm ²	5.527 kg/cm ²		6.10 kg/cm ²		SI
	2		AGOSTO	28	5021 Kg	30.0 cm	20.0 cm	32.5 cm	600.00 cm ²	8.368 kg/cm ²	8.55 kg/cm ²	6.10 kg/cm ²		SI
	3		AGOSTO	28	5256 Kg	30.0 cm	20.0 cm	33.0 cm	600.00 cm ²	8.763 kg/cm ²		6.10 kg/cm ²		SI
4	1	ESTABILIZADOR Z AL 10%	AGOSTO	28	4056 Kg	30.0 cm	20.0 cm	33.0 cm	600.00 cm ²	10.097 kg/cm ²		6.10 kg/cm ²		SI
	2		AGOSTO	28	4047 Kg	30.0 cm	20.0 cm	32.5 cm	600.00 cm ²	10.078 kg/cm ²	10.05 kg/cm ²	6.10 kg/cm ²		SI
	3		AGOSTO	28	5766 Kg	30.0 cm	20.0 cm	32.8 cm	600.00 cm ²	9.980 kg/cm ²		6.10 kg/cm ²		SI



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CP-507704
BOLETA EN GEOTECNIA VARIAS
EJECUTIVAS



CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIV

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel. 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

SOLICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yuca

UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

EMM CON FINES DE DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DE PILAS DE ADOBE

Materia prima:	Denominacion
trillo	Adobe

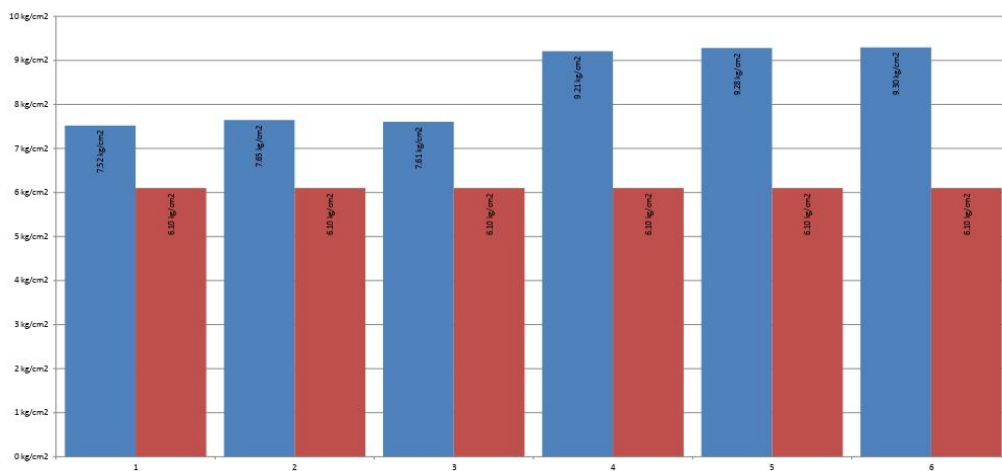
Nº DE ADOBE 3

PILA	DIMENSIONES DEL ADOBE (cm)
f m	LARGO ANCHO ALTURA
6.1 Kg/cm ² 0.8 MPa	30.00 m 20.00 m 10.00 m

DIMENSIONES MURETE ADOBE (cm)
LARGO ANCHO ALTURA
30.00 m 20.00 m 33.00 m

GRUPO	Nº de Unidad de Albañilería	Descripcion	Fecha de rotura	Edad del espécimen	Dial (Kg)	Largo	Ancho	Altura	Area Bruta	RESISTENCIA QUE TIENE		RESISTENCIA QUE DEBE TENER		Cumple
										f m (Resistencia unitaria al corte promedio)	f m (Resistencia característica al corte)	f m (Resistencia unitaria al corte promedio)	f m (Resistencia característica al corte)	
5	1	CEMENTO PORTLAND TIPO IP AL 2%	AGOSTO	28	4512 Kg	30.0 cm	20.0 cm	33.0 cm	600.00 cm ²	7.500 Kg/cm ²	7.500 Kg/cm ²	6.10 Kg/cm ²	6.10 Kg/cm ²	SI
	2		AGOSTO	28	4586 Kg	30.0 cm	20.0 cm	32.5 cm	600.00 cm ²	7.647 Kg/cm ²	7.647 Kg/cm ²	6.10 Kg/cm ²	6.10 Kg/cm ²	SI
	3		AGOSTO	28	4543 Kg	30.0 cm	20.0 cm	32.5 cm	600.00 cm ²	7.605 Kg/cm ²	7.605 Kg/cm ²	6.10 Kg/cm ²	6.10 Kg/cm ²	SI
6	1	CEMENTO PORTLAND TIPO IP AL 4%	AGOSTO	28	5525 Kg	30.0 cm	20.0 cm	32.0 cm	600.00 cm ²	9.208 Kg/cm ²	9.208 Kg/cm ²	6.10 Kg/cm ²	6.10 Kg/cm ²	SI
	2		AGOSTO	28	5549 Kg	30.0 cm	20.0 cm	33.0 cm	600.00 cm ²	9.282 Kg/cm ²	9.282 Kg/cm ²	6.10 Kg/cm ²	6.10 Kg/cm ²	SI
	3		AGOSTO	28	5577 Kg	30.0 cm	20.0 cm	32.5 cm	600.00 cm ²	9.295 Kg/cm ²	9.295 Kg/cm ²	6.10 Kg/cm ²	6.10 Kg/cm ²	SI

RESISTENCIAS



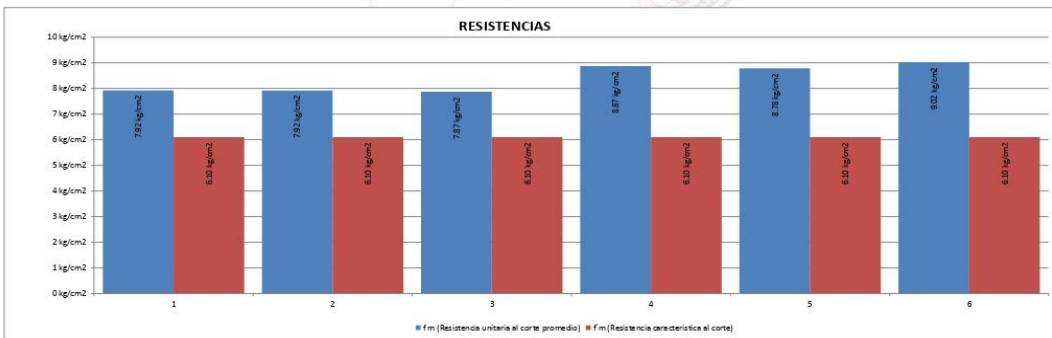
f m (Resistencia unitaria al corte promedio) f m (Resistencia característica al corte)

ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CP-307704
BOGOTÁ, COLOMBIA



UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

					RESISTENCIA QUE TIENE					RESISTENCIA QUE DEBE TENER			
GRUPO	N° de Unidad de Albariteria	Descripcion	Fecha de rotura	Edad del espécimen	Díal (K/g)	Largo	Ancho	Altura	Area Bruta	f'm (Resistencia unitaria al corte promedio)	f'm (Resistencia característica al corte)	f'm (Resistencia característica al corte)	COMPARTE
7	1	ESTABILIZADOR Z AL 5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 2%	AGOSTO	28	4752 Kg	30.0 cm	20.0 cm	32.5 cm	600.00 cm²	7.920 kg/cm²	7.90 kg/cm²	6.10 kg/cm²	SI
	2		AGOSTO	28	4751 Kg	30.0 cm	20.0 cm	32.0 cm	600.00 cm²	7.918 kg/cm²		6.10 kg/cm²	SI
	3		AGOSTO	28	4723 Kg	30.0 cm	20.0 cm	33.0 cm	600.00 cm²	7.872 kg/cm²		6.10 kg/cm²	SI
8	1	ESTABILIZADOR Z AL 5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 4%	AGOSTO	28	5322 Kg	30.0 cm	20.0 cm	32.0 cm	600.00 cm²	8.870 kg/cm²	8.89 kg/cm²	6.10 kg/cm²	SI
	2		AGOSTO	28	5249 Kg	30.0 cm	20.0 cm	33.0 cm	600.00 cm²	8.762 kg/cm²		6.10 kg/cm²	SI
	3		AGOSTO	28	5314 Kg	30.0 cm	20.0 cm	32.8 cm	600.00 cm²	9.020 kg/cm²		6.10 kg/cm²	SI



ING. JEFFERSON CHARRA HOLGUIN
CP 307704
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ASOS
TEMASTRETES



CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIV

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



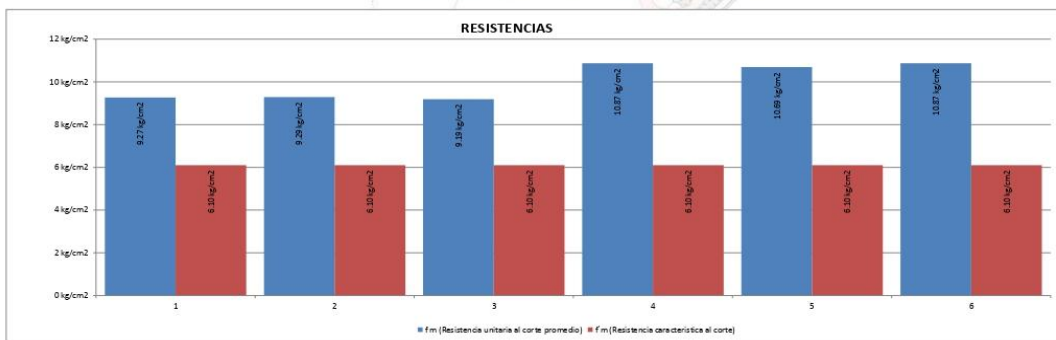
PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

SOLICITANTE: Bach. José Domingo Valderama Pérez y Bach. Rogelio paja yuca

UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

EMM CON FINES DE DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DE PILAS DE ADOBE

Materia prima:		Denominación	PILA		DIMENSIONES DEL ADOBE (cm)				DIMENSIONES MURETE ADOBE (cm)					
Inch		Adobe	f'm		LARGO	ANCHO	ALTURA	LARGO	ANCHO	ALTURA				
			6.1 Kg/cm ²		30.00 m	20.00 m	10.00 m	30.00 m	20.00 m	33.00 m				
			0.8 MPa											
N° DE ADOBE			3											
GRUPO	N° de Unidad de Albañilería	Descripción	Fecha de rotura	Edad del espécimen	Dial (Kg)	Largo	Ancho	Altura	Area Bruta	RESISTENCIA QUE TIENE		RESISTENCIA QUE DEBE TENER		CUMPLE
										f'm (Resistencia unitaria al corte promedio)	f'm (Resistencia característica al corte)	f'm (Resistencia unitaria al corte promedio)	f'm (Resistencia característica al corte)	
9	1	ESTABILIZADOR Z AL 10% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 2%	AGOSTO	28	5542 Kg	30.0 cm	20.0 cm	32.0 cm	600.00 cm ²	9.270 kg/cm ²		6.10 kg/cm ²	SI	
	2		AGOSTO	28	5574 Kg	30.0 cm	20.0 cm	32.0 cm	600.00 cm ²	9.290 kg/cm ²	9.25 kg/cm ²	6.10 kg/cm ²	SI	
	3		AGOSTO	28	5514 Kg	30.0 cm	20.0 cm	32.5 cm	600.00 cm ²	9.190 kg/cm ²		6.10 kg/cm ²	SI	
10	1	ESTABILIZADOR Z AL 10% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 4%	AGOSTO	28	4523 Kg	30.0 cm	20.0 cm	32.0 cm	600.00 cm ²	10.672 kg/cm ²		6.10 kg/cm ²	SI	
	2		AGOSTO	28	4415 Kg	30.0 cm	20.0 cm	33.0 cm	600.00 cm ²	10.692 kg/cm ²	10.61 kg/cm ²	6.10 kg/cm ²	SI	
	3		AGOSTO	28	4522 Kg	30.0 cm	20.0 cm	32.0 cm	600.00 cm ²	10.670 kg/cm ²		6.10 kg/cm ²	SI	



ING. JEFFERSON CHARRA HOLGUIN
CIP 307704
INGENIERO EN GEOTECNIA Y GEODINAMICA



CONGEINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIV

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

SOLICITANTE: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yuura

UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

EMM CON FINES DE DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DE PILAS DE ADOBE

Materia prima:	Denominacion
Adobe	Adobe

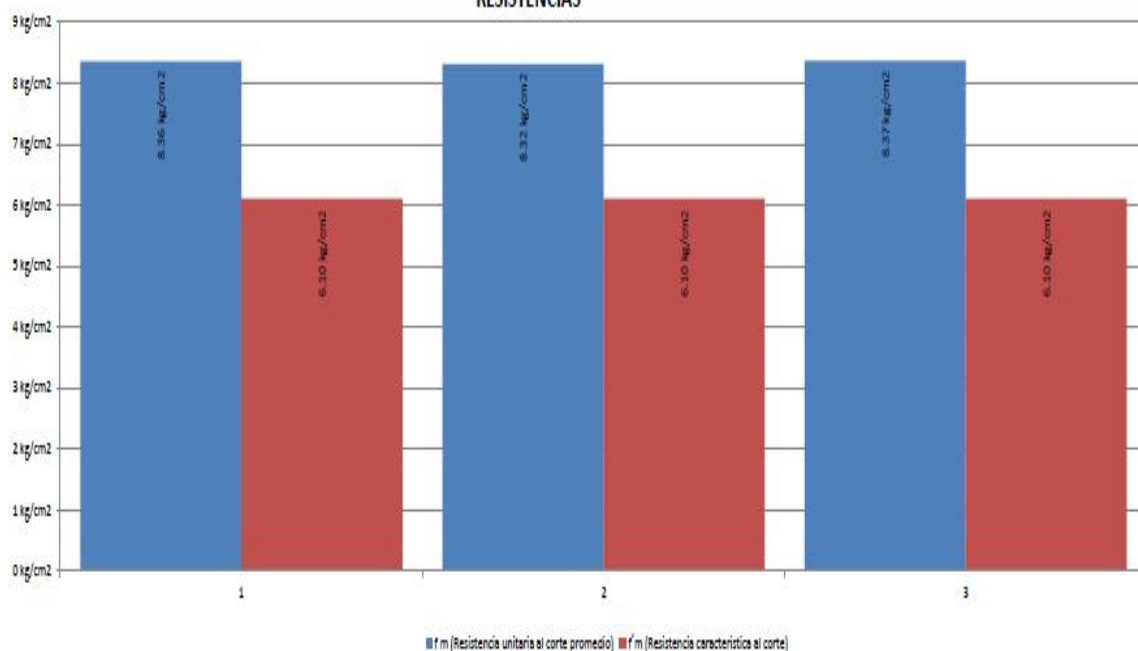
PILA		DIMENSIONES DEL ADOBE (cm)		
f m		LARGO	ANCHO	ALTURA
6.1 Kg/cm ²	0.6 MPa	30.00 m	20.00 m	10.00 m

DIMENSIONES MURETE ADOBE (cm)		
LARGO	ANCHO	ALTURA
30.00 m	20.00 m	33.00 m

N° DE ADOBE	3
-------------	---

										RESISTENCIA QUE TIENE		RESISTENCIA QUE DEBE TENER	
GRUPO	N° de Unidad de Albañilería	Descripción	Fecha de rotura	Edad del espécimen	Dial (KG)	Largo	Ancho	Altura	Area Bruta	f'm (Resistencia unitaria al corte promedio)	f'm (Resistencia característica al corte)	f'm (Resistencia característica al corte)	CUMPLE?
11	1	ESTABILIZADOR Z AL 7.5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 3%	AGOSTO	28	5014 Kg	30.0 cm	20.0 cm	33.0 cm	600.00 cm²	8.357 Kg/cm²	8.35 Kg/cm²	6.10 Kg/cm²	SI
	2		AGOSTO	28	4989 Kg	30.0 cm	20.0 cm	32.0 cm	600.00 cm²	8.315 Kg/cm²		6.10 Kg/cm²	SI
	3		AGOSTO	28	5023 Kg	30.0 cm	20.0 cm	32.0 cm	600.00 cm²	8.372 Kg/cm²		6.10 Kg/cm²	SI

RESISTENCIAS







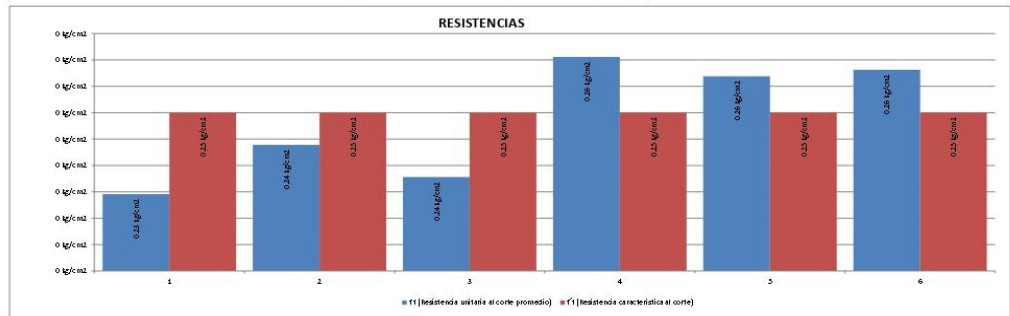
CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
RUC: 20610425098
DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024
UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO
Bach. José Domingo Viderriana Pérez y Bach. Rogelio Pajayara
REMA - CUSCO, JULIO 2024

ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL O TRACCION INDIRECTA E080

Materia prima:		Denominación		DIMENSIONES DEL ADOBE					DIMENSIONES DEL MURETE				
Arcilla		Adobe		f1		LARGO	ANCHO	ALTURA	LARGO	ANCHO	ALTURA		
				0.25 kg/cm2		0.023 MPa	30.00 m	20.00 m	10.00 m	61.30 m	20.00 m	94.00 m	
N° DE ADOBE				12									
									RESISTENCIA GRIE TIME		RESISTENCIA GRIE DEBE TENER		
Grupo	N° de Unidad de Alfarería	Descripción	Fecha de rotura	Edad del espécimen	Diseño (Kg)	Largo	Ancho	Altura	f1 (Resistencia unitaria al corte promedio)	f1 (Resistencia característica al corte)	f1 (Resistencia característica al corte)	Via (esfuerzo admisible de corte)	COMPLETO
1	1	ADOBE CONVENCIONAL	JULIO	28	577 kg	61.5 cm	20.0 cm	63.0 cm	0.23 kg/cm²	0.24 kg/cm²	0.25 kg/cm²	0.094 kg/cm²	NO
	2		JULIO	28	490 kg	61.0 cm	20.0 cm	64.0 cm	0.24 kg/cm²		0.25 kg/cm²	0.095 kg/cm²	NO
	3		JULIO	28	585 kg	61.5 cm	20.0 cm	63.5 cm	0.24 kg/cm²		0.25 kg/cm²	0.095 kg/cm²	NO
2	1	MUESTRA PATRON AL 0%	JULIO	28	441 kg	61.5 cm	20.0 cm	63.0 cm	0.24 kg/cm²	0.24 kg/cm²	0.25 kg/cm²	0.104 kg/cm²	SI
	2		JULIO	28	432 kg	61.5 cm	20.0 cm	63.5 cm	0.24 kg/cm²		0.25 kg/cm²	0.102 kg/cm²	SI
	3		JULIO	28	435 kg	61.5 cm	20.0 cm	64.0 cm	0.24 kg/cm²		0.25 kg/cm²	0.103 kg/cm²	SI



ING. JEFFERSON CHIRA HOLGUIN
CIP: 507704
INGENIERO EN GEOTECNIA Y OBRAS DE
INFRAESTRUCTURA



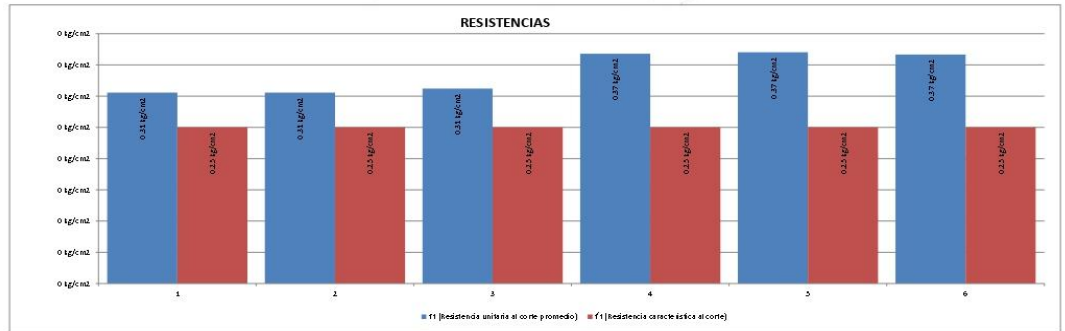
CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
RUC: 20610425098
DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel. 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024
UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO Bach. José Domingo V. Aderra Pérez y Bach. Rogelio Pajay Yocsa FECHA: CUSCO, JULIO 2024

ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL O TRACCION INDIRECTA E080

Materia prima:		Denominación:											
Problema		Adición											
Nº DE ADOBES		12											
1		DIMENSIONES DEL ADOBE											
f' t		LARGO	ANCHO	ALTURA									
0.25 kg/cm2		30.00 m	20.00 m	10.00 m									
		DIMENSIONES DEL MURETE											
		LARGO	ANCHO	ALTURA									
		61.30 m	20.00 m	64.00 m									
		RESISTENCIA QUE TIENE											
		RESISTENCIA QUE DEBE TENER											
Grupo	Nº de Unidad de Alcantarilla	Descripción	Fecha de rotura	Edad del espécimen	Diseño (Kg)	Largo	Ancho	Altura	f' t (Resistencia unitaria al corte promedio)	f' t (Resistencia característica al corte)	f' t (Resistencia característica al corte)	Y m (ajuste de admisión de corte)	CUMPLI
3	1	ESTABILIZADOR Z AL 5%	JUVU	28	752 Kg	61.5 cm	20.0 cm	63.0 cm	0.21 kg/cm2	0.31 kg/cm2	0.25 kg/cm2	0.122 kg/cm2	SI
	2		JUVU	28	752 Kg	61.5 cm	20.0 cm	63.0 cm	0.21 kg/cm2		0.25 kg/cm2	0.122 kg/cm2	SI
	3		JUVU	28	748 Kg	61.5 cm	20.0 cm	64.0 cm	0.21 kg/cm2		0.25 kg/cm2	0.125 kg/cm2	SI
4	1	ESTABILIZADOR Z AL 10%	JUVU	28	905 Kg	61.5 cm	20.0 cm	64.0 cm	0.27 kg/cm2	0.37 kg/cm2	0.25 kg/cm2	0.147 kg/cm2	SI
	2		JUVU	28	911 Kg	61.5 cm	20.0 cm	63.0 cm	0.27 kg/cm2		0.25 kg/cm2	0.148 kg/cm2	SI
	3		JUVU	28	902 Kg	61.5 cm	20.0 cm	64.0 cm	0.27 kg/cm2		0.25 kg/cm2	0.147 kg/cm2	SI



ING. JEFFERSON CHERA HOLGUIN
CIP 307704
BOLETA Nº 14587300000000000000
INSCRITO



CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
RUC: 20610425098
DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024
UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO Bach. José Domingo Vadenimana Pérez y Bach. Rogelio pita yora
FECHA: CUSCO, JUNIO 2024

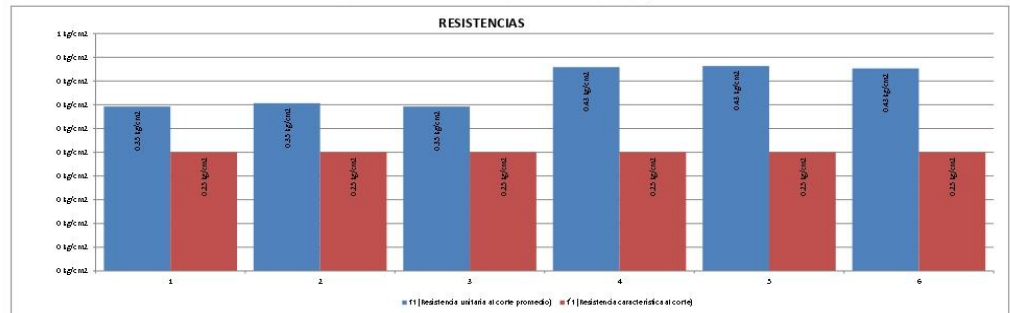
ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL O TRACCION INDIRECTA E080

Material prima :		Delegado/Encargado:	
Arete		Arete	
N° DE ADOBE		12	

1				DIMENSIONES DEL ADOBE		
f _t	LARGO	ANCHO	ALTURA			
0.25 kg/cm2	0.025 MPa	30.00 m	20.00 m	10.00 m		

DIMENSIONES DEL MURETE		
LARGO	ANCHO	ALTURA
61.30 m	20.00 m	64.00 m

Grupo	N° de Unidad de Alambrita	Descripción	Fecha de rotura	Edad del espécimen	Día (MES)	Largo	Ancho	Altura	RESISTENCIA QUE TIENE		RESISTENCIA QUE DEBE TENER	v _m (valor medio admisible de corte)	Cumple?
									f _t (Resistencia unitaria al corte promedio)	f _t (Resistencia característica al corte)	f _t (Resistencia característica al corte)		
5	1	CEMENTO PORTLAND TIPO IP AL 2%	JULIO	28	852 Kg	61.5 cm	20.0 cm	63.0 cm	0.25 kg/cm ²	0.25 kg/cm ²	0.129 kg/cm ²	SI	
	2		JULIO	28	869 Kg	61.5 cm	20.0 cm	65.0 cm	0.28 kg/cm ²	0.25 kg/cm ²	0.141 kg/cm ²	SI	
	3		JULIO	28	852 Kg	61.5 cm	20.0 cm	64.0 cm	0.25 kg/cm ²	0.25 kg/cm ²	0.129 kg/cm ²	SI	
6	1	CEMENTO PORTLAND TIPO IP AL 4%	JULIO	28	1056 Kg	61.5 cm	20.0 cm	62.5 cm	0.40 kg/cm ²	0.40 kg/cm ²	0.172 kg/cm ²	SI	
	2		JULIO	28	1042 Kg	61.5 cm	20.0 cm	63.5 cm	0.40 kg/cm ²	0.40 kg/cm ²	0.172 kg/cm ²	SI	
	3		JULIO	28	1049 Kg	61.5 cm	20.0 cm	64.5 cm	0.40 kg/cm ²	0.40 kg/cm ²	0.171 kg/cm ²	SI	



ING. JEFFERSON CHIRA HOLGUIN
C.R. 501704
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y OBRAS
PAVIMENTALES



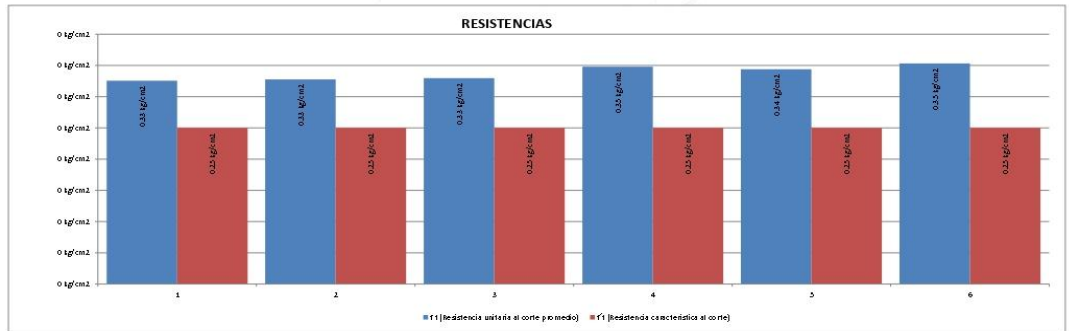
CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
RUC: 20610425098
DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOSRE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024
UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio Pálaya
FECHA: CUSCO, JULIO 2024

ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL O TRACCION INDIRECTA E080

Materia prima:		Designaciones:		1					DIMENSIONES DEL ADOSRE					DIMENSIONES DEL MURETE				
arena	adobe					LARGO	ANCHO	ALTURA			LARGO	ANCHO	ALTURA					
				0.23 Kg/cm2	0.025 MPa	30.00 m	20.00 m	10.00 m			61.50 m	20.00 m	64.00 m					
N° DE ADOSRES		12																
														RESISTENCIA QUE TIENE		RESISTENCIA QUE DEBE TENER		
Grupo	N° de Unidades de Alcantarilla	Descripciones	Fecha de rotura	Edad del espécimen	Diseño (KG)	Largo	Ancho	Altura	f _t (Resistencia unitaria al corte promedio)	f _t (Resistencia característica al corte)	f _t (Resistencia característica al corte)	v _m (esfuerzo admisible de corte)	CUMPLE?					
7	1	ESTABILIZADOR Z AL 5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 2%	JULIO	35	801 kg	61.5 cm	20.0 cm	63.0 cm	0.23 kg/cm2	0.23 kg/cm2	0.25 kg/cm2	0.130 kg/cm2	SI					
	2		JULIO	35	804 kg	61.5 cm	20.0 cm	64.0 cm	0.23 kg/cm2		0.25 kg/cm2	0.131 kg/cm2	SI					
	3		JULIO	35	811 kg	61.5 cm	20.0 cm	65.0 cm	0.23 kg/cm2		0.25 kg/cm2	0.132 kg/cm2	SI					
8	1	ESTABILIZADOR Z AL 5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 4%	JULIO	35	854 kg	61.5 cm	20.0 cm	64.5 cm	0.25 kg/cm2	0.25 kg/cm2	0.25 kg/cm2	0.139 kg/cm2	SI					
	2		JULIO	35	844 kg	61.5 cm	20.0 cm	63.5 cm	0.24 kg/cm2		0.25 kg/cm2	0.135 kg/cm2	SI					
	3		JULIO	35	859 kg	61.5 cm	20.0 cm	64.0 cm	0.25 kg/cm2		0.25 kg/cm2	0.141 kg/cm2	SI					



ING. JEFFERSON CHAZA HOLGUIN
C.R. 307704
DIPLOMADO EN GERENCIA VASAR
TRANSISTRES



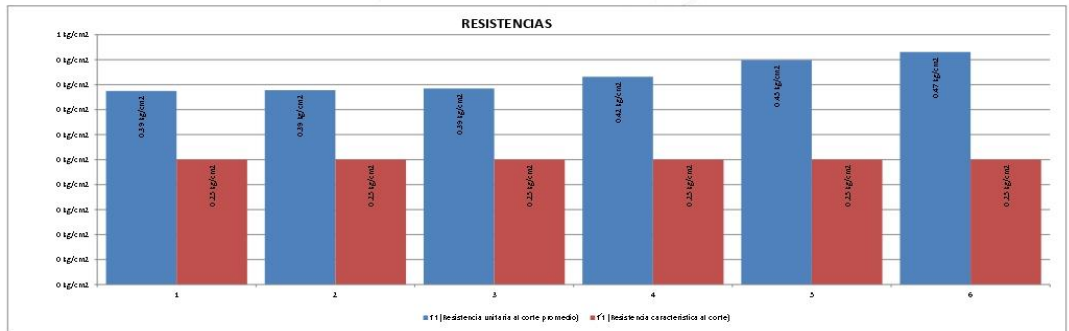
CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
RUC: 20610425098
DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024
UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO Bach. José Domingo Valderama Pérez y Bach. Rogelio Paja yaura FECHA: CUSCO, JULIO 2024

ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL O TRACCION INDIRECTA E080

Materia prima:		Denominación:											
Adobe		Adobe											
N° DE ADOBE		12											
		DIMENSIONES DEL ADOBE				DIMENSIONES DEL MURETE							
		1	LARGO	ANCHO	ALTURA	LARGO	ANCHO	ALTURA					
		0.25 kg/cm2	0.025 MPa	30.00 m	20.00 m	10.00 m	61.50 m	20.00 m	64.00 m				
						RESISTENCIA QUE TIENE		RESISTENCIA QUE DEBE TENER					
Grupo	N° de Unidad de Alfarería	Descripción	Fecha de rotura	Edad del espécimen	Peso (Kg)	Largo	Ancho	Altura	f _t (Resistencia unitaria al corte promedio)	f _t (Resistencia característica al corte)	f _t (Resistencia característica al corte)	v _m (esfuerzo admisible de corte)	COMPLET
9	1	ESTABILIZADOR Z AL 10% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 2%	JULIO	28	953 kg	61.50 m	20.00 m	63.00 cm	0.39 kg/cm ²	0.39 kg/cm ²	0.25 kg/cm ²	0.155 kg/cm ²	SI
	2		JULIO	28	957 kg	61.50 m	20.00 m	62.50 cm	0.39 kg/cm ²		0.25 kg/cm ²	0.158 kg/cm ²	SI
	3		JULIO	28	945 kg	61.50 m	20.00 m	63.00 cm	0.39 kg/cm ²		0.25 kg/cm ²	0.157 kg/cm ²	SI
10	1	ESTABILIZADOR Z AL 10% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 4%	JULIO	28	1023 kg	61.50 m	20.00 m	63.00 cm	0.42 kg/cm ²	0.44 kg/cm ²	0.25 kg/cm ²	0.188 kg/cm ²	SI
	2		JULIO	28	1105 kg	61.50 m	20.00 m	64.00 cm	0.45 kg/cm ²		0.25 kg/cm ²	0.180 kg/cm ²	SI
	3		JULIO	28	1145 kg	61.50 m	20.00 m	65.00 cm	0.47 kg/cm ²		0.25 kg/cm ²	0.184 kg/cm ²	SI



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP-307704
INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL
Especialidad: ESTRUCTURAS



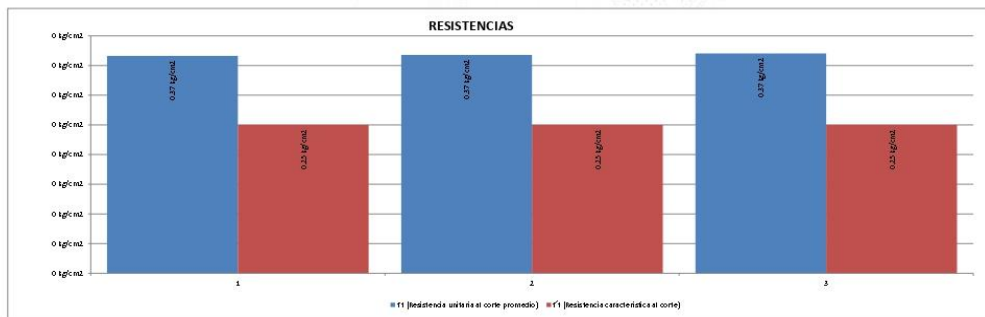
CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CI
RUC: 20610425098
DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOSADO COMPRESO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024
INDICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO Bach. José Domingo Vidererra Pérez y Bach. Rogelio Páez yca
FECHA: CUSCO, JULIO 2024

ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL O TRACCION INDIRECTA E080

Materia prima:		Designación:		1					DIMENSIONES DEL MURETE		
Arena		Adosado		f'c	LARGO	ANCHO	ALTURA	LARGO	ANCHO	ALTURA	
				0.25 Kg/cm2	0.025 MPa	30.00 m	20.00 m	10.00 m	61.50 m	20.00 m	64.00 m
N° DE ADOSADOS				12							



ING. JEFFERSON CHARA NOLGÚN
CIP-307704
SUPERVISOR EN GEOTECNIA Y OBRAS DE TIERRAS



CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



PROYECTO / OBRA

**INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL
CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS
PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL
ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN
JERONIMO - CUSCO 2024**

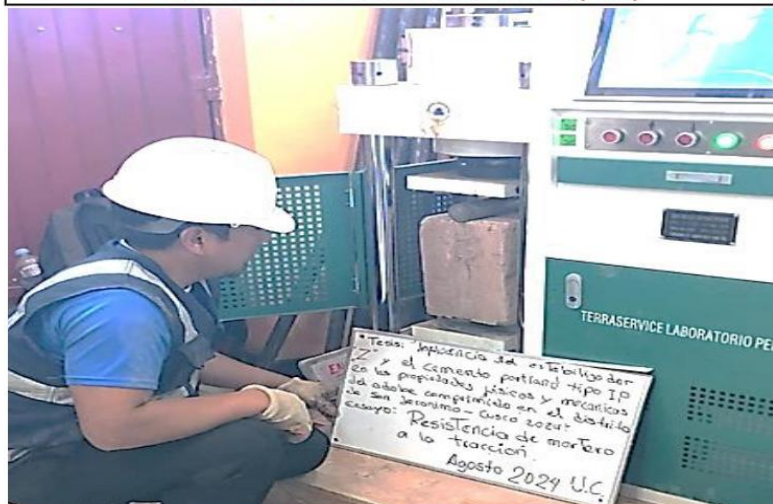
UBICACIÓN

DISTRITO	SAN JERONIMO	PROV.	CUSCO	DEP.	CUSCO
----------	-----------------	-------	-------	------	-------

SOLICITANTE

Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yucra

ESTUDIO DE MECANICA DE MATERIALES (EMM)



**EMM CON FINES DE DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DE LA
TRACCION DEL MORTERO**

RNE: E080

PROFESIONAL RESPONSABLE

ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN (CIP:307704)

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

CUSCO, AGOSTO 2024



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CIP-307704
INGENIERO EN GEOTECNIA
TITULADO



CONGEOINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
RUC: 20610425098
DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803



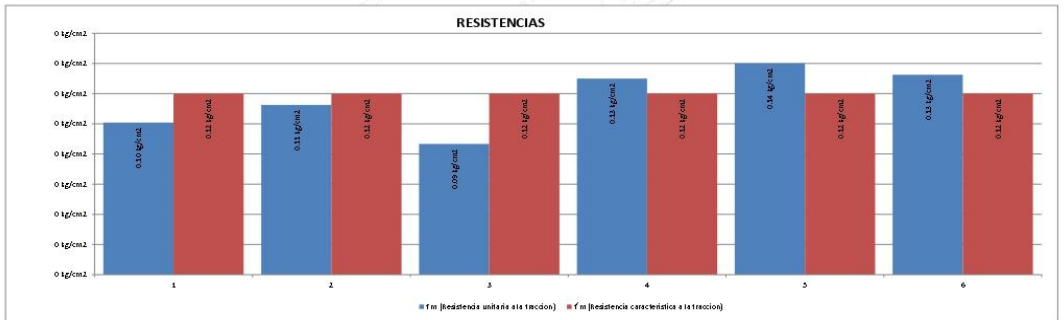
PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

SOLICITANT: Bach. José Domingo Valderama Pérez y Bach. Rogelio paja yura **FECHA:** CUSCO, AGOSTO 2024 **UBICACIÓN:** SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION DEL MORTERO E080

DIMENSIONES DEL ADOBE (cm)			DIMENSIONES DE LA PILA ADOBE (cm)			FACTORES DE INFLUENCIA		RESISTENCIA DE DISEÑO	
LARGO	ANCHO	ALTURA	LARGO	ANCHO	ALTURA	α		Mpa	kg/cm2
30.00 m	20.00 m	10.00 m	30.00 m	20.00 m	20.00 m	0.30		0.012	0.12

Grupo	N° de Unidad de Adoquilleria	Descripcion	Fecha de rotura	Edad del espécimen	Dist (kg)	Largo	Ancho	Altura	Area Bruta	RESISTENCIAS			Cumple?
										f _m (Resistencia unitaria a la tracción)	f _m (Resistencia característica a la tracción (promedio))	f _m (Resistencia característica a la tracción)	
1	1	ADOBE CONVENCIONAL	AGO 10	28	121 Kg	30.0 cm	20.0 cm	22.0 cm	600.00 cm ²	0.101 kg/cm ²		0.12 kg/cm ²	NO
	2		AGO 10	28	135 Kg	30.0 cm	20.0 cm	23.0 cm	600.00 cm ²	0.113 kg/cm ²	0.10 kg/cm ²	0.12 kg/cm ²	NO
	3		AGO 10	28	104 Kg	30.0 cm	20.0 cm	22.5 cm	600.00 cm ²	0.087 kg/cm ²		0.12 kg/cm ²	NO
2	1	MUESTRA PATRON AL 0%	AGO 10	28	154 Kg	30.0 cm	20.0 cm	23.0 cm	600.00 cm ²	0.130 kg/cm ²		0.12 kg/cm ²	SI
	2		AGO 10	28	148 Kg	30.0 cm	20.0 cm	22.0 cm	600.00 cm ²	0.140 kg/cm ²	0.13 kg/cm ²	0.12 kg/cm ²	SI
	3		AGO 10	28	159 Kg	30.0 cm	20.0 cm	22.5 cm	600.00 cm ²	0.132 kg/cm ²		0.12 kg/cm ²	SI



ING. JEFFERSON CHERA HOLGUÁN
CIP: 307704
INGENIERO EN GEOTECNIA Y OBRAS DE CONSTRUCCION



CONGEINGC EIRL.
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
RUC: 20610425098
DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco
congeingc@gmail.com - www.congeingc.com
Cel: 921-126-988, 921-992-803

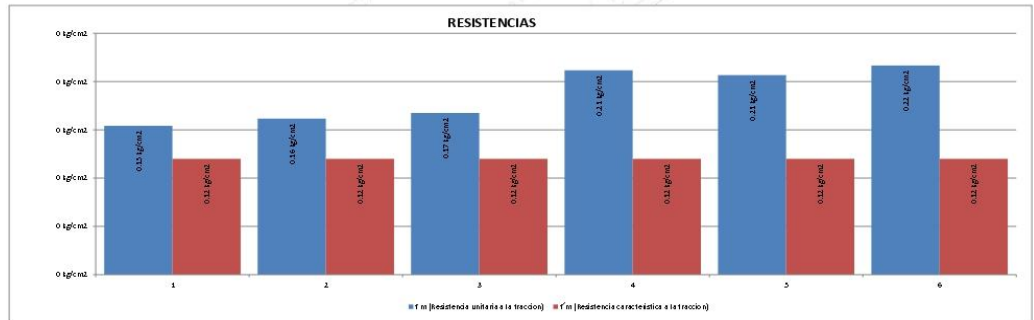


PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR 2" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024
SOLICITANT: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yuora **FECHA:** CUSCO, AGOSTO 2024 **UBICACIÓN:** SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION DEL MORTERO E080

DIMENSIONES DEL ADOBE (cm)			DIMENSIONES DE LA PILA ADOBE (cm)			FACTOR DE INFLUENCIA α		RESISTENCIA DE DISEÑO MPa kg/cm ²	
LARGO	ANCHO	ALTURA	LARGO	ANCHO	ALTURA				
30.00 m	20.00 m	10.00 m	30.00 m	20.00 m	23.00 m	0.30		0.012	0.12

Grupo	N° de Unidad de Adofera	Descripción	Fecha de rotura	Edad del espécimen	Diámetro (kg)	Largo	Ancho	Altura	Área Bruta	RESISTENCIAS			Cumple?
										f _m (Resistencia unitaria a la tracción)	f _m (Resistencia característica a la tracción promedio)	f _m (Resistencia característica a la tracción)	
3	1	ESTABILIZADOR 2 AL 5%	AG-OSTO	28	185 kg	30.0 cm	20.0 cm	23.0 cm	800.00 cm ²	0.154 kg/cm ²	0.16 kg/cm ²	0.12 kg/cm ²	SI
	2		AG-OSTO	28	194 kg	30.0 cm	20.0 cm	22.5 cm	800.00 cm ²	0.192 kg/cm ²			
	3		AG-OSTO	28	201 kg	30.0 cm	20.0 cm	22.0 cm	800.00 cm ²	0.166 kg/cm ²			
4	1	ESTABILIZADOR 2 AL 10%	AG-OSTO	28	254 kg	30.0 cm	20.0 cm	22.0 cm	800.00 cm ²	0.212 kg/cm ²	0.21 kg/cm ²	0.12 kg/cm ²	SI
	2		AG-OSTO	28	248 kg	30.0 cm	20.0 cm	22.5 cm	800.00 cm ²	0.207 kg/cm ²			
	3		AG-OSTO	28	240 kg	30.0 cm	20.0 cm	23.0 cm	800.00 cm ²	0.217 kg/cm ²			



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
CP-207704
BO-ECALAMBA EN GEOLOGIA Y MINERIA
TRAPALISTRES



CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



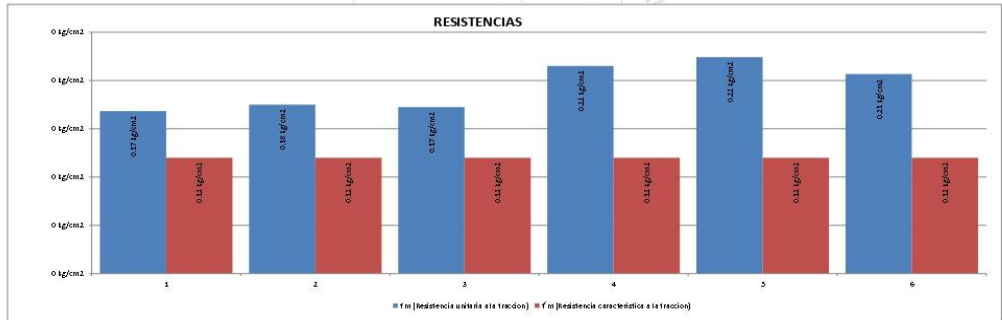
PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

SOLICITANTE: Bach. José Domingo Valderama Pérez y Bach. Rogelio paja yucra **FECHA:** CUSCO, AGOSTO 2024 **UBICACIÓN:** SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION DEL MORTERO E080

DIMENSIONES DEL ADOBE (cm)			DIMENSIONES DE LA PILA ADOBE (cm)			FACTOR DE INFLUENCIA α		RESISTENCIA DE DISEÑO Mpa	
LARGO	ANCHO	ALTURA	LARGO	ANCHO	ALTURA				
30.00 m	20.00 m	10.00 m	30.00 m	20.00 m	23.00 m	0.30		0.012	0.12

N°	N° de Unidad de Albalilería	N° de Unidad de Albalilería	Fecha de rotura	Edad del espécimen	Dist (kg)	Largo	Ancho	Altura	Area Bruta	RESISTENCIA			COMPLET?
										f _m (Resistencia unitaria a la tracción)	f _m (Resistencia característica a la tracción promedio)	f _m (Resistencia característica a la tracción)	
5	1	1	AGOSTO	28	202 kg	30.00 m	20.00 m	23.00 cm	800.00 cm ²	0.146 kg/cm ²	0.17 kg/cm ²	0.12 kg/cm ²	SI
	2	2	AGOSTO	28	210 kg	30.00 m	20.00 m	22.50 cm	800.00 cm ²	0.175 kg/cm ²		0.12 kg/cm ²	SI
	3	3	AGOSTO	28	207 kg	30.00 m	20.00 m	22.00 cm	800.00 cm ²	0.173 kg/cm ²		0.12 kg/cm ²	SI
6	1	1	AGOSTO	28	218 kg	30.00 m	20.00 m	22.00 cm	800.00 cm ²	0.215 kg/cm ²	0.22 kg/cm ²	0.12 kg/cm ²	SI
	2	2	AGOSTO	28	249 kg	30.00 m	20.00 m	22.50 cm	800.00 cm ²	0.224 kg/cm ²		0.12 kg/cm ²	SI
	3	3	AGOSTO	28	248 kg	30.00 m	20.00 m	23.00 cm	800.00 cm ²	0.207 kg/cm ²		0.12 kg/cm ²	SI




ING. JEFFERSON CHIRRA HOLGUIN
CIP 307704
INGENIERO EN GEOTECNIA Y OBRAS DE CONSTRUCCION



CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

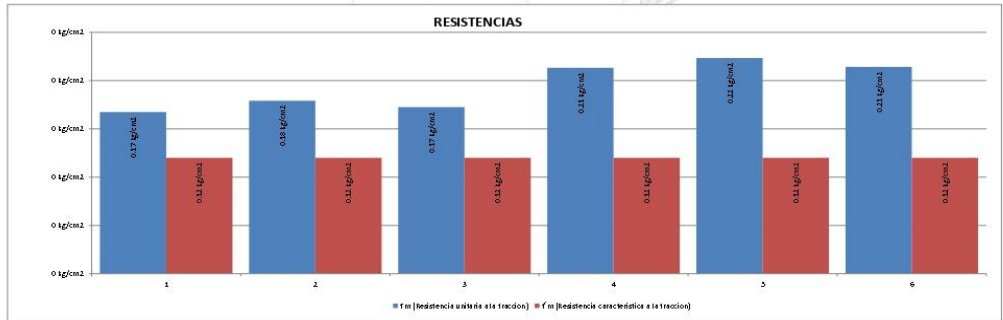


PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

SOLICITANT: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yucra **FECHA:** CUSCO, AGOSTO 2024 **UBICACIÓN:** SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION DEL MORTERO E080

DIMENSIONES DEL ADOBE (cm)			DIMENSIONES DE LA PILA ADOBE (cm)			FACTOR DE INFLUENCIA		RESISTENCIA DE DISEÑO					
LARGO	ANCHO	ALTURA	LARGO	ANCHO	ALTURA	α		Mpa	kg/cm2				
30.00 m	20.00 m	10.00 m	30.00 m	20.00 m	23.00 m			0.012	0.12				
RESISTENCIA QUE SE DEBE TENER													
					RESISTENCIA QUE SE DEBE TENER		RESISTENCIA QUE SE DEBE TENER						
Grupo	Nº de Unidad de Alfarería	Descripción	Fecha de elaboración	Edad del espécimen	Dist (Kg)	Largo	Ancho	Altura	Área Bruta	f _m (Resistencia unitaria a la tracción)	f _m (Resistencia característica a la tracción promedio)	f _m (Resistencia característica a la tracción)	COMPROBADO
7	1	ESTABILIZADOR Z AL 5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 2%	AGOSTO	28	201 Kg	30.0 cm	20.0 cm	22.0 cm	800.00 cm ²	0.148 kg/cm ²	0.17 kg/cm ²	0.12 kg/cm ²	SI
	2		AGOSTO	28	215 Kg	30.0 cm	20.0 cm	23.0 cm	800.00 cm ²	0.179 kg/cm ²		0.12 kg/cm ²	SI
	3		AGOSTO	28	207 Kg	30.0 cm	20.0 cm	23.0 cm	800.00 cm ²	0.173 kg/cm ²		0.12 kg/cm ²	SI
8	1	ESTABILIZADOR Z AL 5% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 4%	AGOSTO	28	256 Kg	30.0 cm	20.0 cm	25.0 cm	800.00 cm ²	0.213 kg/cm ²	0.22 kg/cm ²	0.12 kg/cm ²	SI
	2		AGOSTO	28	248 Kg	30.0 cm	20.0 cm	23.0 cm	800.00 cm ²	0.223 kg/cm ²		0.12 kg/cm ²	SI
	3		AGOSTO	28	257 Kg	30.0 cm	20.0 cm	22.0 cm	800.00 cm ²	0.214 kg/cm ²		0.12 kg/cm ²	SI




ING. JEFFERSON CHAZA HOLGUIN
CIP-307704
BOLETA PROFESIONAL EN INGENIERIA CIVIL
INSCRITO



CONGEOINGC EIRL.

CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq - Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

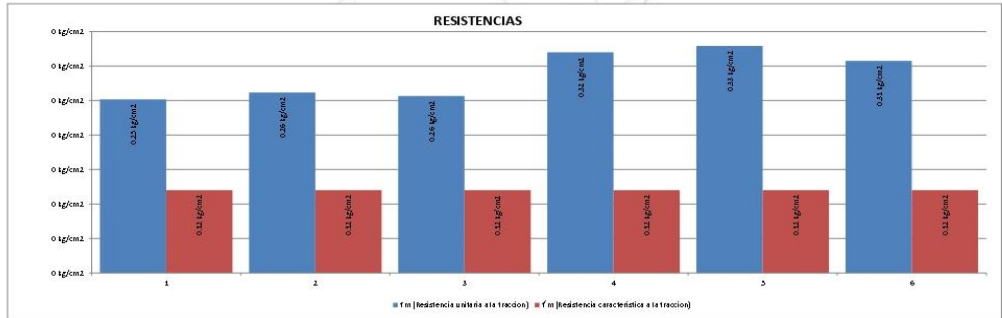


PROYECTO: INFLUENCIA DEL ESTABILIZADOR "Z" Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE COMPRIMIDO EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO 2024

SOLICITANT: Bach. José Domingo Valderrama Pérez y Bach. Rogelio paja yucra FECHA: CUSCO, AGOSTO 2024 UBICACIÓN: SAN JERONIMO - CUSCO - CUSCO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION DEL MORTERO E080

DIMENSIONES DEL ADOBE (cm)			DIMENSIONES DE LA PILA ADOBE (cm)			FACTOR DE INFLUENCIA		RESISTENCIA DE DISEÑO						
LARGO	ANCHO	ALTURA	LARGO	ANCHO	ALTURA	α		Mpa	kg/cm ²					
30.00 m	20.00 m	10.00 m	30.00 m	20.00 m	23.00 m	0.30		0.012	0.12					
DESVIACION ESTÁNDAR			0.20											
RESUMEN DE RESULTADOS														
		RESISTENCIA QUE SE TIENE		RESISTENCIA QUE DEBE TENER		CUMPLE?								
		f _m (Resistencia unitaria a la tracción)		f _m (Resistencia característica a la tracción promedio)		f _m (Resistencia unitaria a la tracción)		f _m (Resistencia característica a la tracción)						
Grupo	Nº de Unidades de Albañilería	Descripción	Fecha de rotura	Edad del espécimen	Dist (Kg)	Largo	Ancho	Altura	Área Bruta	f _m (Resistencia unitaria a la tracción)	f _m (Resistencia característica a la tracción promedio)	f _m (Resistencia unitaria a la tracción)	f _m (Resistencia característica a la tracción)	CUMPLE?
9	1	ESTABILIZADOR Z AL 10% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 2%	AGOSTO	28	302 kg	30.0 cm	20.0 cm	22.0 cm	400.00 cm ²	0.232 kg/cm ²	0.24 kg/cm ²	0.12 kg/cm ²	SI	
	2		AGOSTO	28	314 kg	30.0 cm	20.0 cm	23.0 cm	400.00 cm ²	0.242 kg/cm ²		0.12 kg/cm ²	SI	
	3		AGOSTO	28	308 kg	30.0 cm	20.0 cm	23.0 cm	400.00 cm ²	0.237 kg/cm ²		0.12 kg/cm ²	SI	
10	1	ESTABILIZADOR Z AL 10% + CEMENTO PORTLAND TIPO IP 4%	AGOSTO	28	344 kg	30.0 cm	20.0 cm	25.0 cm	400.00 cm ²	0.220 kg/cm ²	0.22 kg/cm ²	0.12 kg/cm ²	SI	
	2		AGOSTO	28	315 kg	30.0 cm	20.0 cm	23.0 cm	400.00 cm ²	0.229 kg/cm ²		0.12 kg/cm ²	SI	
	3		AGOSTO	28	349 kg	30.0 cm	20.0 cm	22.0 cm	400.00 cm ²	0.208 kg/cm ²		0.12 kg/cm ²	SI	



ING. JEFFERSON CHARA HOLGUIN
C.E. 501704
BOGOTÁ EN GESTIÓN Y ASesorÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-064-2023

Página 1 de 3

Fecha de emisión 2023/03/27

Solicitante CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
E.I.R.L.

Dirección A.H. S. HERRERA MZ. Q LT. 8 - CUSCO CUSCO
WANCHAQ

Instrumento de medición BALANZA

Identificación NO INDICA

Intervalo de Indicación 2000g

División de escala 0,01 g

Resolución

División de verificación (e) 0,01 g

Tipo de Indicación Digital

Marca / Fabricante ELECTRONIC SCALE

Modelo NO INDICA

N° de serie 8551

Procedencia NO INDICA

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración PRO. MATIAS MANZANILLA NRO. 905 ICA - ICA - ICA

Fecha de calibración 2023/03/27

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 S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 901-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 923 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arcevalo Carnica
METROLOGIA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-064-2023

Página 2 de 3

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: 27 °C Final: 27 °C
Humedad Relativa Inicial: 81 %hr Final: 81 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 1000 g			Carga L1= 2000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	1000.0	0.04	-0.09	2000.1	0.05	-0.1
2	1000.2	0.03	-0.1	2000.1	0.07	-0.03
3	1000.1	0.03	-0.05	2000.0	0.05	-0.07
4	1000.1	0.04	-0.09	2000.0	0.03	-0.1
5	1000.0	0.05	-0.04	2000.1	0.06	-0.1
6	1000.0	0.08	-0.04	2000.1	0.07	-0.1
7	1000.0	0.07	-0.09	2000.1	0.05	-0.12
8	1000.0	0.05	-0.05	2000.1	0.05	-0.1
9	1000.0	0.04	-0.08	2000.0	0.05	-0.11
10	1000.0	0.05	-0.1	2000.0	0.04	-0.1
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
1000	0		1			
2000	0		2			



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 Carlos Arevalo Carnica
METROLOGIA



Arso Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-064-2023

Página 3 de 3

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E_0				Determinación de E_0			
	Carga Min ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E_0 (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)
1	1	1	0.04	-0.01	50	50	0.06	-0.01
2		1	0.06	-0.02		49	0.04	-0.01
3		1	0.04	-0.01		50	0.05	-0.02
4		1	0.03	0.01		50	0.04	0.04
5		1	0.05	-0.02		50	0.04	0.03

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)	
0.5	0.5	0.05	-0.01						
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	-0.03	0.04	10.0	0.05	-0.04	-0.03	1
50.0	50.0	0.05	0.01	0.01	50.0	0.05	-0.01	0.02	1
100.0	100.0	0.04	0.07	0.02	100.0	0.04	-0.01	0.02	1
800.0	799.9	0.01	0.08	0.02	800.0	0.03	0	0.01	1
1000.0	1000.0	0.05	0.08	0.03	1000.0	0.05	-0.1	-0.07	2
1500.0	1500.0	0.07	0.09	0.02	1500.0	0.01	-0.04	-0.05	2
2000.0	2000.0	0.09	0.09	0.04	2000.0	0.05	-0.11	-0.04	2

Leyenda

I: Indicación de la balanza

ΔL : 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 $U_R = 2 \cdot \sqrt{0.00177 \text{ g}^2 + 0.000000078065 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida $R_{\text{corregida}} = R + 6.605875068 \text{ R}$

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 Metrológica 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.
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 Alvarado Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMI-014-2023

Página 1 de 5

Fecha de emisión 2023/03/27

Solicitante CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL
E.I.R.L.

Dirección A.H. S. HERRERA MZ. Q LT. 8 - CUSCO CUSCO WANCHAQ

Instrumento de medición HORNO DE LABORATORIO

Identificación NO INDICA

Marca ARSOU

Modelo STHX-1A

Serie 220953

Cámara 76 Litros

Ventilación NATURAL

Pirómetro NO INDICA

Modelo NO INDICA

Procedencia CHINO

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Laboratorio ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2023/03/27

Método/Procedimiento de calibración
- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

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. 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 E. Arce Carniel
METROLOGIA

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
CADENT S.A.C.	Termómetro con 12 sondas TIPO K	0478-LT-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 27 °C Final: 27 °C
Humedad Relativa Inicial: 81 %hr Final: 81 %hr

Resultados

TEMPERATURA

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °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	109.0	106.6	109.9	112.6	109.5	110.2	110.0	112.0	111.6	112.6	110.4	6.0
00:02	110	111.2	110.6	110.6	112.4	112.4	111.0	109.0	111.9	109.4	111.8	111.0	3.4
00:04	110	110.6	110.3	110.5	111.6	108.0	109.7	110.5	110.0	110.6	111.6	110.3	3.6
00:06	110	110.5	111.6	110.8	111.5	109.4	109.5	114.0	110.4	110.4	111.4	111.0	4.6
00:08	110	111.9	111.7	111.3	111.0	110.4	111.2	106.0	111.5	112.4	110.3	110.8	6.4
00:10	110	111.6	111.9	111.2	110.8	109.0	111.0	111.0	111.0	110.8	110.2	110.9	2.9
00:12	110	110.8	110.8	110.7	112.0	110.0	110.0	109.8	110.3	110.5	110.8	110.6	2.2
00:14	110	110.6	110.9	110.9	111.5	111.2	112.0	109.0	110.0	111.6	110.7	110.8	3.0
00:16	110	110.7	110.6	111.3	109.0	111.0	110.3	112.8	112.3	110.4	110.4	110.9	3.8
00:18	110	110.0	110.2	111.4	111.1	109.8	111.0	110.0	112.0	110.3	110.6	110.6	2.2
00:20	110	111.3	110.0	111.2	110.0	111.3	109.5	110.6	112.1	109.5	111.3	110.7	2.6
00:22	110	111.1	110.3	111.6	112.0	111.4	108.4	111.8	110.1	109.8	111.2	110.8	3.6
00:24	110	110.6	111.8	110.9	107.0	110.2	110.2	111.7	109.9	109.7	110.6	110.3	4.8
00:26	110	110.7	111.8	110.8	108.0	110.4	111.0	109.8	112.0	111.6	111.4	110.8	4.0
00:28	110	110.4	111.7	110.9	111.0	109.4	111.4	109.5	111.3	110.5	110.6	110.7	2.3
00:30	110	110.6	110.6	109.8	106.0	111.6	112.3	110.6	109.8	111.3	110.3	110.3	6.3
00:32	110	111.6	110.8	109.4	111.0	109.4	110.0	110.7	110.0	111.4	111.6	110.6	2.2
00:34	110	111.8	111.7	109.8	110.5	109.7	109.3	112.4	110.7	110.4	111.5	110.8	3.1
00:36	110	111.6	111.8	108.6	110.4	110.0	109.7	112.4	109.8	110.7	110.3	110.5	3.8
00:38	110	111.3	111.7	108.7	110.6	112.4	112.3	111.6	110.6	110.6	109.8	111.0	3.7
00:40	110	110.2	110.6	110.3	111.6	112.1	111.2	111.8	109.5	111.8	109.6	110.9	2.6
00:42	110	110.6	111.8	110.3	110.8	109.7	111.5	109.8	111.1	109.8	110.3	110.6	2.1
00:44	110	110.8	112.0	111.7	113.0	111.4	112.3	109.6	111.4	109.4	110.3	111.2	3.6
00:46	110	110.3	111.4	112.6	107.0	111.0	111.7	112.5	110.7	112.4	113.0	111.3	6.0
00:48	110	110.2	111.6	111.5	106.0	109.8	109.6	111.3	109.8	112.1	109.8	110.2	6.1
00:50	110	110.4	111.8	111.7	111.0	112.1	110.8	110.5	111.0	111.4	110.3	111.1	1.8
T. PROM.	110	110.8	111.0	110.7	110.4	110.5	110.7	110.7	110.8	110.8	110.9	110.7	
T. MAX.	110	111.9	112.0	112.6	113.0	112.4	112.3	114.0	112.3	112.4	113.0		
T. MIN.	110	109.0	106.6	108.6	106.0	108.0	108.4	106.0	109.5	109.4	109.6		

Nomenclatura:

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
Tmx 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. M La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
T. m La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

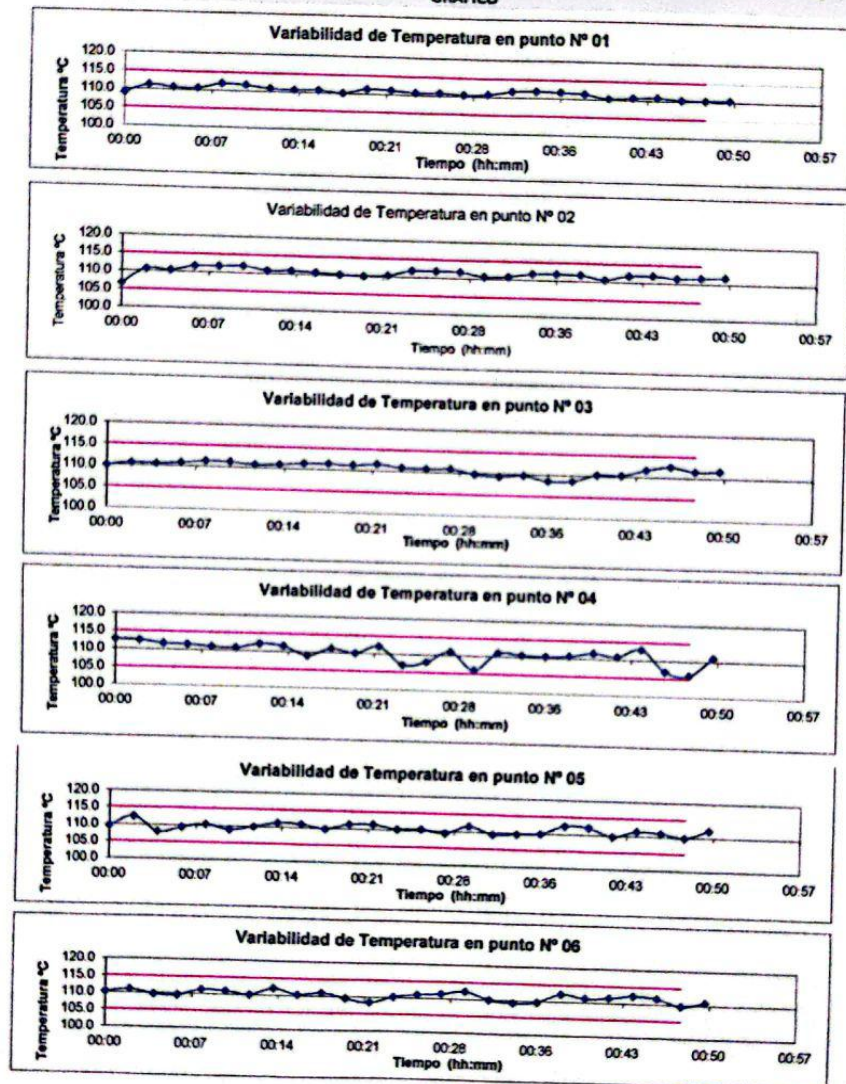
ARSOU GROUP S.A.C.

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 S.A.C.

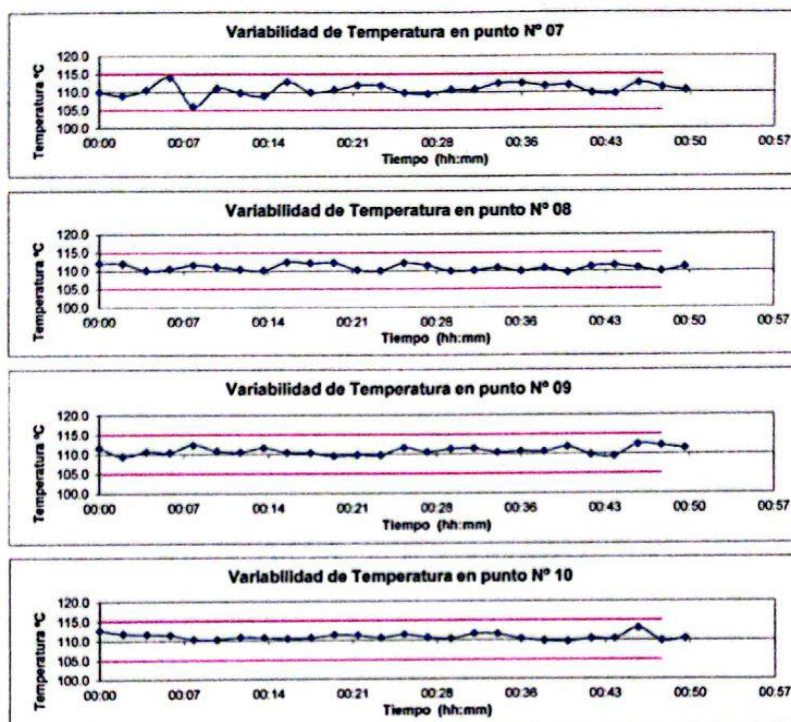
Ing. Wladimir Cárdenas
Metrología

GRÁFICO

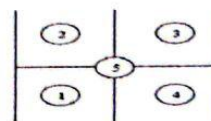


ARSOU GROUP S.A.C.
 Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com

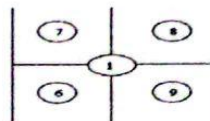
ARSOU GROUP
 Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
 METROLOGÍA



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR



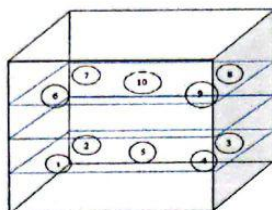
NIVEL INFERIOR



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 Arévalo Carnica
 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 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 Arzavalo Carnica
METROLOGIA



CERTIFICADO DE FABRICACION N° EC6 - 101 - 2023

Página: 1 de 3

Expediente : TLPB-00000110523-0000237

Fecha de emisión : 31/07/2023

1. Solicitante : CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL E.I.R.L

RUC : 20610425098

2. Descripción del equipo : ANILLO RETENEDOR O ECONOCAP DE 6IN

Marca : RUMISTONE

Modelo : R-E10254

Número de serie : R-E601

3. Lugar y fecha

Lugar : Jr. Andahuaylas 477, San Martín de Porres - Lima

Fecha : 31/07/2023

4. Información

Procedimiento : Determinación de medidas del equipo por el método de "Medición Lineal"

Observaciones : Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado asignado por la empresa TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO N°	TRAZABILIDAD
BALANZA 22kgx0.1g	OHAUS	TC - 11322 - 2023	INACAL
VERNIER 200mmx0,05mm	INSIZE	TC - 10978 - 2023	INACAL

6. Condiciones Ambientales

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura °C	24.4	24.5
Humedad %	70%	70%

01 323 9468

938 385 323 / 950 721 511

JR. Andahuaylas N°477

San Martín de Porres - Lima

RUC: 20603356781

www.terraservicelaboratorioperu.com

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ SRL

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ SRL

Gerzo Renarie Rodríguez Bazalar
Auxiliar de Metrología

Ing. BI. DIANA S. MONTENEGRO CARIJAS
Jefe de Metrología





7. Determinación de la altura

Altura (mm)	1	2	3	4	5
Placa N°1	37.50	37.55	37.45	37.45	37.50
Placa N°2	37.45	37.55	37.50	37.45	37.50

Altura Promedio (mm)		
Dimensiones	Placa N°1	Placa N°2
Media(mm)	37.49	37.49
Desv. Estand.	0.0500	0.0577
Coef. Variación	0.0013	0.0015

8. Determinación del diámetro interno

Diámetro interno	1	2	3	4	5
Placa N°1	158.00	157.90	158.00	158.00	157.95
Placa N°2	158.00	158.00	157.95	157.90	158.00

Diámetro Promedio (mm)		
Dimensiones	Placa N°1	Placa N°2
Media(mm)	157.96	157.96
Desv. Estand.	0.0479	0.0479
Coef. Variación	0.0003	0.0003

9. Determinación del espesor

Espesor (mm)	1	2	3	4	5
Placa N°1	10.30	10.30	10.30	10.30	10.25
Placa N°2	10.25	10.30	10.30	10.25	10.30

Espesor Promedio (mm)		
Dimensiones	Placa N°1	Placa N°2
Media(mm)	10.29	10.29
Desv. Estand.	0.0250	0.0250
Coef. Variación	0.0024	0.0024

☎ 01 323 9468

☎ 938 385 323 / 950 721 511

📍 JR. Andahuaylas N°477

San Martín de Porres - Lima

RUC: 20603356781

www.terraservicelaboratorioperu.com

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ SRL

Gerzo Renato Rodríguez Bazalar
Auxiliar de Metrología

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ SRL

Ing. B. DIANA S. MONTENEGRO CARIHUAS
Jefe de Metrología





10. Determinación del peso

Peso (g)	1	2	3	4	5
Placa N°1	3473.00	3473.00	3473.00	3473.00	3473.00
Placa N°2	3468.00	3468.00	3468.00	3468.00	3468.00

Espesor Promedio		
Dimensiones	Placa N°1	Placa N°2
Media(mm)	3473.00	3468.00
Desv. Estand.	0.0000	0.0000
Coef. Variación	0.0000	0.0000

11. Parámetro de control

Parámetro	Laboratorio
Altura Placa N°1 (mm)	37.49
Altura Placa N°2 (mm)	37.49
Diámetro Interno Placa N°1 (mm)	157.96
Diámetro Interno Placa N°2 (mm)	122.96
Peso Placa N°1 (g)	3473.00
Peso Placa N°2 (g)	3468.00

FIN DEL DOCUMENTO

☎ 01 323 9468

☎ 938 385 323 / 950 721 511

📍 JR. Andahuaylas N°477

San Martín de Porres - Lima

RUC: 20603356781

www.terraservicelaboratorioperu.com

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ SRL

Gerzo Renate Rodríguez Bazalar
Auxiliar de Metrología

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ SRL

Ing. B. DIANA S. MONTENEGRO CARHUAS
Jefe de Metrología



INFORME TÉCNICO

EXPEDIENTE : INF- LE 068 – 23 A

SOLICITANTE : **TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.**
Jr. Andahuaylas 477, San Martin de Porres - Lima
Att: Jhon W. Diaz Alvarado

TITULO : CALIBRACION DE SISTEMA DE CELDA
DE CARGA
Celda de Carga: TERRASERVICE
Modelo: ZYY-C-2000KN
Capacidad: 2000 kN
N° serie: 20211101
Indicador Digital: TERRASERVICE
Modelo: ZZY-C-2000kN-3584
N° serie: V136007
Resolución: 0.1kN

FECHA : San Miguel, 21 de marzo de 2023.



Ing. Daniel Torrealva D.
Jefe del Laboratorio de
Estructuras Antisísmicas

CALIBRACIÓN DE SISTEMA CELDA DE CARGA

1. GENERALIDADES.

TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L. solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) efectuar la calibración de un sistema de medición de carga comprendido por una celda de carga y un indicador digital.

Esta calibración fue efectuada por personal del Laboratorio de Estructuras el 21 de marzo de 2023.

2. EQUIPO CALIBRADO.

Celda de carga:

- Marca : TERRASERVICE
- Modelo : ZYY-C-2000KN
- N° serie : 20211101
- Capacidad : 2000kN (nominal)

Indicador Digital:

- Marca : TERRASERVICE
- Model : ZZY-C-2000kN-3584
- N° serie : V136007
- Resolución: 0.1 kN

3 EQUIPO EMPLEADO.

- Marco de reacción de perfiles mecano.
- Celda de carga, HBM, C3H, N° 87747, 1000 KN, con última calibración de 17 de junio de 2022.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch6
- Gata hidráulica, LUKAS, 200t
- Bomba hidráulica manual, LUKAS, ZPH3/8, PN 700

4. PROCEDIMIENTO SEGUIDO.

Para la realización de la calibración se tomó como referencia la norma ASTM E74-18 y de acuerdo con el cliente se procedió a aplicar los valores de carga indicado en la página 3/3.

El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga a la celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

5. RESULTADOS.

En la página 3/3 se presentan los resultados de la calibración efectuada.

INF-LE 068-23 A

2/3



Celda calibrada: TERRASERVICE
N° serie: 20211101
Indicador Digital: TERRASERVICE
Modelo: ZYY-C-2000kN-3584

Capacidad: 2000kN
Modelo: ZYY-C-2000KN
N° serie: V136007
Resolución: 0.1 kN

Celda patrón: HBM #serie: 87747 Capacidad: 1000 kN
Amplificador usado: MGCplus1 ch6
Informe de Calibración N° 2022-1 87747 de 17 de junio de 2022

Celdas patrones calibradas en LEDI-PUCP con patrones trazables al
HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania
Norma de referencia: ASTM E74-18
Fecha calibración: 2023-03-21
Ejecutores: M. Huamancayo P. - D. Llacahuaman M.

PATRON(CARGA)			INDICADOR DIGITAL TERRASERVICE		
(kN)			(kN)		
99.86	99.85	99.86	100.8	100.4	100.2
199.63	199.61	199.62	200.6	200.4	200.4
299.43	299.39	299.41	301.4	300.4	301.0
399.25	399.20	399.23	400.9	400.9	401.1
499.10	499.03	499.07	502.2	501.4	501.8
598.97	598.89	598.94	602.2	601.8	602.4
698.87	698.78	698.84	702.6	702.3	702.9
798.80	798.69	798.76	803.1	802.9	803.6
898.75	898.63	898.70	903.6	903.8	904.6
979.23	979.10	979.18	984.6	984.6	985.8

La ecuación de ajuste por el método de mínimos cuadrados según la norma citada es:

$$\text{DEFLEXIÓN} = A + B (\text{CARGA}) + C (\text{CARGA})^2$$

Siendo los coeficientes:

A =	0.1301553355
B =	1.0037488470
C =	0.0000021568

Obteniéndose como resultado:

Desviación Standard S =	0.3	kN
LLF =	0.7	kN
U =	3	kN

Nota: DEFLEXIÓN es la lectura directa del indicador digital TERRASERVICE
La Incertidumbre expandida, para k=2, se ha calculado para 990 kN

Este informe contiene 3 páginas.

Prohibida la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas.
INF-LE: 068-23 A





TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ
AT THE SERVICE OF ENGINEERING

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° MCH - 211 - 2023

Página : 1 de 2

Expediente : TLPB-0000030323-0000215

Fecha de emisión : 31/07/2023

1. Solicitante : CONSULTORIA EN GEOLOGIA INGENIERIA CIVIL E.I.R.L.

RUC : 20610425098

2. Descripción del equipo : MÁQUINA DE COMPRESIÓN CON CONTROL DE VELOCIDAD

Tipo : COMPUTARIZADO CON PANTALLA TÁCTIL

Procedencia : China

Marca : TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ

Modelo : TYA-2000B

Número de serie : 230367

Capacidad de Transductor : 50 Mpa

3. Lugar y fecha

Lugar : Jr. Andahuaylas 477, San Martín de Porres - Lima

Fecha : 31/07/2023

4. Método de Calibración

La calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	NÚMERO DE SERIE	CERTIFICADO N°	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	20211101	INF-LE 068-23A	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	V136007		

6. Condiciones Ambientales

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura °C	24.1	24.3
Humedad %	68%	70%

7. Resultados de la medición

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de Certificación y fecha de calibración de la empresa TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L.

Los datos obtenidos de la prensa se encuentran en la siguiente página.

☎ 01 323 9468

📞 938 385 323 / 950 721 511

📍 JR. Andahuaylas N°477

San Martín de Porres - Lima

RUC: 20603356781

www.terraservicelaboratorioperu.com

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ SRL

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ SRL

Gerzo Renato Rodríguez Bazalar
Auxiliar de Metrología

Ing. B. DIANA S. MONTENEGRO CARRUAS
Jefe de Metrología



TABLA N°1

SISTEMA DIGITAL "A" (kN)		SERIES VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" (kN)	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
		SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
0	0	0.0	0.0	-	-	-	-	-
200	200	201.977	201.321	-0.98	-0.66	201.649	-0.82	-0.32
400	400	403.471	403.203	-0.86	-0.79	403.337	-0.83	-0.07
600	600	604.798	605.118	-0.79	-0.85	604.958	-0.82	0.05
800	800	806.471	805.751	-0.80	-0.71	806.11	-0.76	-0.09
1000	1000	1007.723	1007.723	-0.77	-0.77	1007.72	-0.77	0.00
1200	1200	1209.239	1209.239	-0.76	-0.76	1209.24	-0.76	0.00
1600	1600	1612.761	1611.120	-0.79	-0.69	1611.94	-0.74	-0.10
2000	2000	2014.994	2015.484	-0.74	-0.77	2015.24	-0.76	0.02

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100$$

$$Rp = \text{Error (2)} - \text{Error (1)}$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente de Correlación:

$$R^2 = 1$$

$$\text{Ecuación de ajuste: } 1.0075x + 0.201$$

Donde: Y: Lectura de Pantalla

X: Fuerza promedio (kN)

GRÁFICA 1



GRÁFICA 2



01 323 9468

938 385 323 / 950 721 511

J.R. Andahuaylas N°477

San Martín de Porres - Lima

RUC: 20603356781

www.terraservicelaboratorioperu.com

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ SRL

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ SRL

Gerzo Renate Rodríguez Bazalar
Auxiliar de Metrología

Ing. B. DIANA S. MONTENEGRO CARHUAS
Jefe de Metrología



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 10978 - 2023

PROFORMA : 21085A Fecha de emisión: 2023-06-10

SOLICITANTE : TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.
Dirección : Jr Andahuaylas 477 San Martín De Porres - Lima

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PIE DE REY
Tipo : Analógico
Marca : INSIZE
Modelo : 1205-200S
N° de Serie : 0604170710
Intervalo de Indicación : 0 mm a 200 mm
División de Escala : 0,02 mm
Procedencia : No Indica
Identificación : TLP-02-PL
Fecha de Calibración : 2023 - 06 - 10

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro bloques patrón según procedimiento PC - 012 "Procedimiento de calibración de pie de rey". Quinta Edición - Agosto 2012. SNM - INDECOPI

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	19,9 °C	20,0 °C
Humedad Relativa	50,3 %	54,0 %

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado : TC - 10978 - 2023

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 0,5 mm a 100 mm Grado 0	LLA-C-081-2022
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 200 mm Grado 0	LLA-304-2022
Comparador Horizontal Incertidumbre de 0,2 μ m + 0,78 μ m/m DM-INACAL	Varilla Cilíndrica 10 mm	LLA-038-2023
Máquina de Medición por Coordenadas DM-INACAL	Anillo Patrón 5 mm	LLA-299-2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Error de referencia inicial (I) = 0 μ m

Error de indicación del pie de rey para medición de exteriores

Valor Patrón (mm)	Promedio de la Indicación del Pie de Rey (mm)	Error (μ m)
50,000	50,000	0
100,000	100,000	0
150,000	150,000	0
200,000	200,000	0

Error de contacto superficie parcial (E)

Valor Patrón (mm)	Error (μ m)
200,000	0

Certificado : TC - 10978 - 2023

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Error de repetibilidad (R)

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
200,000	0

Error de cambio de escala de exteriores a interiores (S_{E-I})

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
10,000	0

Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (S_{E-P})

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
10,000	0

Error de contacto lineal (L)

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
10,000	0

Error de contacto de superficie completa (J)

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
10,000	0

Error debido a la distancia de cruce de las superficies de medición para medición de interiores (K)

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
5,000	0

Incertidumbre de Medición : $(11,55^2 + 0,01^2 \times L^2)^{1/2} \mu\text{m}$

L: Indicación del pie de rey expresado en milímetros (mm)

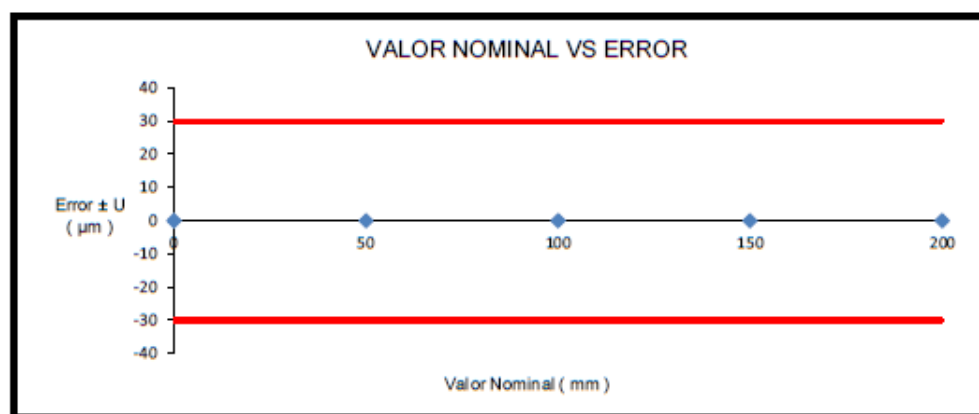
Nota 1: Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores e interiores (S_{E-I}).

Nota 2: Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (S_{E-P}).

Nota 3: El instrumento tiene un error máximo permitido de $\pm 30 \mu\text{m}$, según norma DIN 862.

Certificado : TC - 10978 - 2023

RESULTADOS DE MEDICIÓN



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

Certificado de Calibración

TC - 11322 - 2023

Proforma : 21219A Fecha de emisión : 2023-06-10

Solicitante : TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.
Dirección : Jr Andahuaylas 477 San Martín De Porres - Lima

Instrumento de medición : Balanza
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : EP22001 BASIC EXPLORER
N° de Serie : 1124021550
Capacidad Máxima : 22000 g
Resolución : 0,1 g
División de Verificación : 0,5 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 5 g
Procedencia : SWITZERLAND
Identificación : TLP-03-PB
Ubicación : Área de metrología mantenimiento
Variación de ΔT Local : 3 °C
Fecha de Calibración : 2023-06-08

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Lugar de calibración
Instalaciones de TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

PGC-16-r08/ Diciembre 2019/Rev.04

Página : 1 de 3



Certificado de Calibración
TC - 11322 - 2023

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de KOSMET	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	PE23-C-0191 Marzo 2023
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-026-2023 Enero 2023
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 10 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-024-2023 Enero 2023
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 20 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-029-2023 Enero 2023

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,7 °C	24,7 °C
Humedad Relativa	71 %	71 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	11 000,00	11 000,3	0,08	0,27
2		11 000,2	0,06	0,19
3		11 000,2	0,06	0,19
4		11 000,3	0,08	0,27
5		11 000,3	0,08	0,27
6		11 000,2	0,06	0,19
7		11 000,1	0,05	0,10
8		11 000,2	0,06	0,19
9		11 000,2	0,06	0,19
10		11 000,3	0,08	0,27
Emáx - Emin (g)			0,17	
error máximo permitido (±g)			1,50	

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	22 000,00	22 000,2	0,08	0,17
2		22 000,2	0,08	0,17
3		22 000,1	0,05	0,10
4		22 000,2	0,08	0,17
5		22 000,3	0,08	0,27
6		22 000,3	0,08	0,27
7		22 000,2	0,08	0,17
8		22 000,2	0,06	0,19
9		22 000,3	0,08	0,27
10		22 000,3	0,08	0,27
Emáx - Emin (g)			0,17	
error máximo permitido (±g)			1,50	

Certificado de Calibración
 TC - 11322 - 2023

Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,7 °C	24,7 °C
Humedad Relativa	71 %	71 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec					e.m.p. (±g)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	5,00	5,0	0,05	0,00	7 000,00	7 000,2	0,08	0,17	0,17	1,00
2		5,0	0,05	0,00		6 999,7	0,05	-0,30	-0,30	
3		5,0	0,07	-0,02		6 999,8	0,05	-0,20	-0,18	
4		5,0	0,05	0,00		6 999,8	0,05	-0,20	-0,20	
5		5,0	0,07	-0,02		7 000,2	0,08	0,17	0,19	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,8 °C	24,8 °C
Humedad Relativa	72 %	72 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0,50	0,5	0,05	0,00						
5,00	5,0	0,06	-0,01	-0,01	5,0	0,06	-0,01	-0,01	0,50
1 000,00	1 000,0	0,06	-0,01	-0,01	1 000,0	0,06	-0,01	-0,01	0,50
2 000,00	2 000,0	0,06	-0,01	-0,01	2 000,0	0,06	-0,01	-0,01	0,50
4 500,00	4 500,0	0,06	-0,01	-0,01	4 500,1	0,07	0,08	0,08	1,00
6 000,02	5 999,8	0,05	-0,22	-0,22	5 999,8	0,07	-0,24	-0,24	1,00
8 000,03	7 999,7	0,05	-0,33	-0,33	7 999,8	0,05	-0,23	-0,23	1,00
10 000,01	9 999,8	0,04	-0,20	-0,20	10 000,1	0,06	0,08	0,08	1,00
15 000,03	15 000,2	0,08	0,14	0,14	15 000,2	0,08	0,14	0,14	1,50
20 000,01	20 000,3	0,08	0,26	0,26	20 000,2	0,08	0,16	0,16	1,50
22 000,01	22 000,3	0,08	0,26	0,26	22 000,3	0,08	0,26	0,26	1,50

Donde:

I : Indicación de la balanza

R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)

ΔL : Carga adicional

E : Error del instrumento

Eo : Error en cero

Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

Lectura Corregida	:	$R_{\text{corregida}} = R - 3,54 \times 10^{-6} \times R$
Incertidumbre Expandida	:	$U_R = 2 \times \sqrt{2,62 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 1,21 \times 10^{-9} \times R^2}$

Observaciones

 Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
 La indicación de la balanza fue de 22 009,4 g para una carga de valor nominal 22000 g.

Incertidumbre

 La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del documento


PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 31. Análisis granulométrico cuarteo del suelo



Fuente: Elaboración propia

Figura 32. Análisis granulométrico cuarteo del suelo



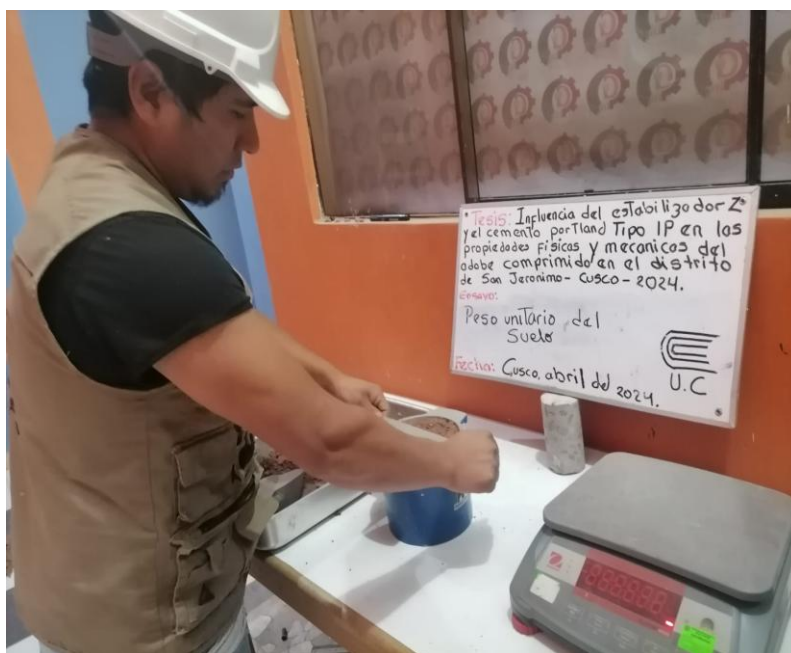
Fuente: Elaboración propia

Figura 33. Peso unitario del suelo – peso del recipiente



Fuente: Elaboración propia

Figura 34. Peso unitario del suelo – peso del recipiente con el material



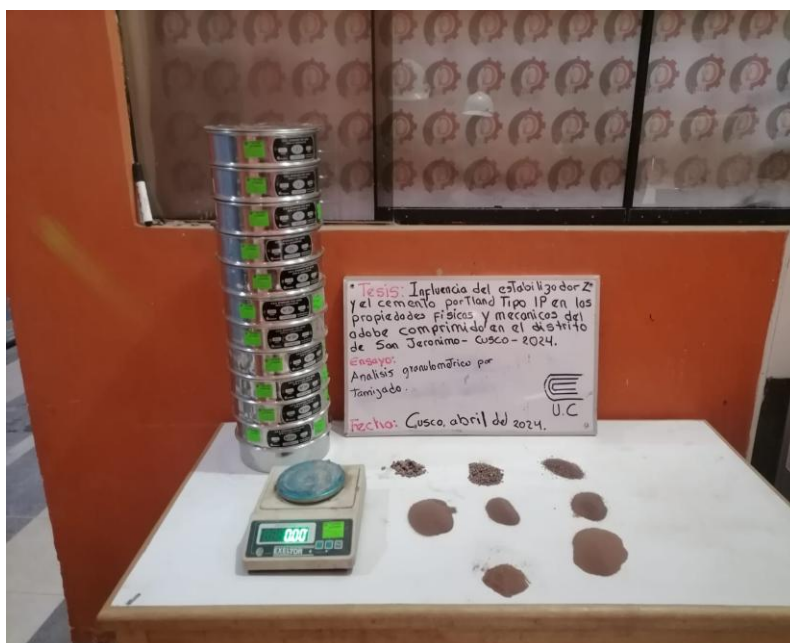
Fuente: Elaboración propia

Figura 35. Análisis granulométrico por tamizado



Fuente: Elaboración propia

Figura 36. Análisis granulométrico por tamizado



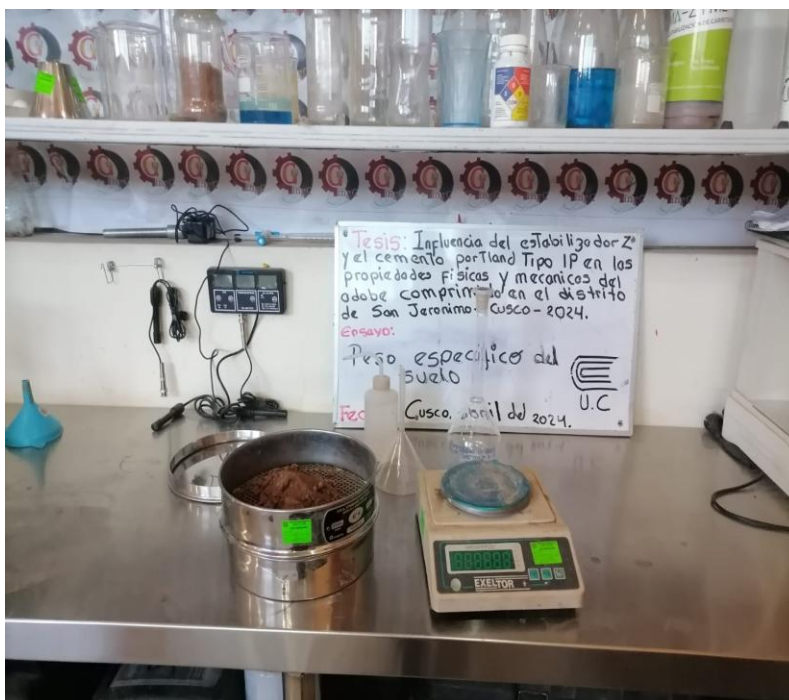
Fuente: Elaboración propia

Figura 37. Análisis granulométrico – peso específico



Fuente: Elaboración propia

Figura 38. Análisis granulométrico – peso específico



Fuente: Elaboración propia

Figura 39. Análisis granulométrico - determinación de la humedad del suelo



Fuente: Elaboración propia

Figura 40. Análisis granulométrico – determinación de la humedad del suelo



Fuente: Elaboración propia

Figura 41. Análisis granulométrico - determinación del límite líquido



Fuente: Elaboración propia

Figura 42. Análisis granulométrico - determinación del límite líquido



Fuente: Elaboración propia

Figura 43. Estacionamiento y pruebas en la máquina de fabricación de adobe comprimido



Fuente: Elaboración propia

Figura 44. Materiales para la fabricación del adobe



Fuente: Elaboración propia

Figura 45. Mezclado de Estabilizador (Z) con agua



Fuente: Elaboración propia

Figura 46. Pesaje de cemento Portland (tipo IP) para el mezclado con tierra para adobes



Fuente: Elaboración propia

Figura 47. Mezclado de cemento Portland (tipo IP) para el mezclado con tierra para adobes



Fuente: Elaboración propia

Figura 48. Ensayo de absorción de unidades de adobe



Fuente: Elaboración propia

Figura 49. Pesado de unidades de adobes después de estar sumergidos



Fuente: Elaboración propia

Figura 50. Ensayo de adsorción de unidades adobes sumergidos



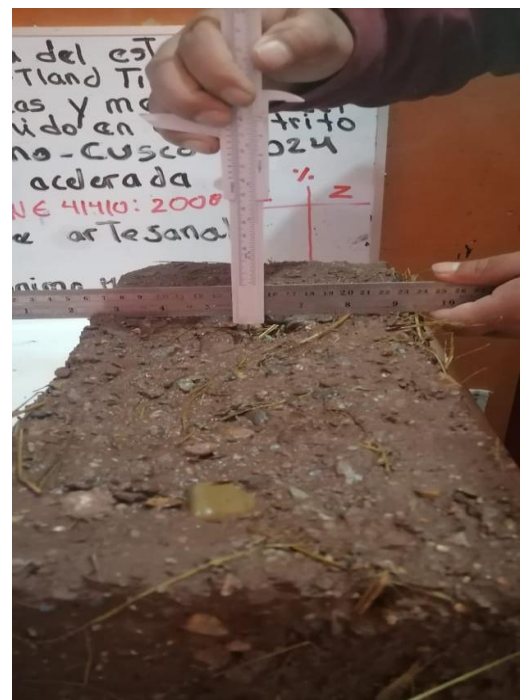
Fuente: Elaboración propia

Figura 51. Ensayo de erosión (Pesado de unidades de adobes para determinar succión)



Fuente: Elaboración propia

Figura 52. Ensayo de Resistencia a la erosión acelerada en unidades adobes



Fuente: Elaboración propia

Figura 53. Ensayo de resistencia a la compresión en unidades adobes



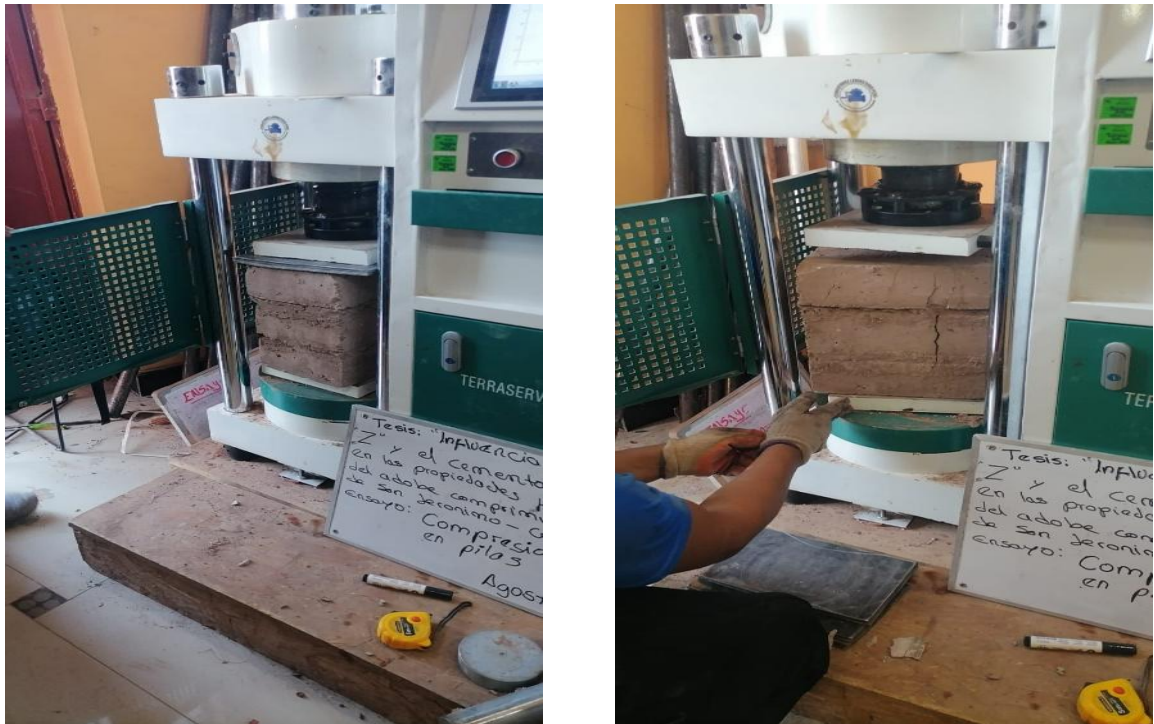
Fuente: Elaboración propia

Figura 54. Verificación de corte producido en unidades adobes



Fuente: Elaboración propia

Figura 55. Ensayo de Resistencia a la compresión en pilas de adobes



Fuente: Elaboración propia

Figura 56. Verificación de corte producido en compresión de pilas de adobes



Fuente: Elaboración propia

Figura 57. Elaboración de muretes de adobes para ensayo de compresión diagonal



Fuente: Elaboración propia

Figura 58. Ensayo realizado de corte diagonal en muretes



Fuente: Elaboración propia

Figura 59. Ensayo de Resistencia a la tracción del mortero



Fuente: Elaboración propia

Figura 60. Ensayo de Resistencia a la tracción del mortero



Fuente: Elaboración propia