

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra
reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbicas**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Kattyana Josheric Pantoja Calderon

ASESOR

Evelyng Lorena Ríos Villanueva

<https://orcid.org/0000-0003-4690-7022>

Chiclayo, 2025

**Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de
tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbicas**

PRESENTADA POR

Kattyana Josheric Pantoja Calderon

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Angel Alberto Lorren Palomino

PRESIDENTE

Mario Antonio Martinez Fiestas

SECRETARIO

Evelyng Lorena Rios Villanueva

VOCAL

Dedicatoria

A Dios, por ser mi guía y fuente de fortaleza en cada etapa de mi vida hasta el día de hoy y en mi vida futura.

A mi abuelita, que siempre creyó en mí y que desde el cielo siguió cuidando mi camino para que este lleno de bendiciones y éxitos.

A mi madre, por su apoyo, esfuerzo y amor incondicional, sin ella no hubiera llegado a donde estoy, gracias a ella he logrado todo lo que tengo, por darme el ejemplo de si caerme levantarme una y mil veces, y por enseñarme a nunca dejarme vencer por los miedos ni desafíos que me puedan atormentar, gracias a ti estoy solo a un paso de ser todo lo que soñamos desde que fuimos dos.

Agradecimientos

A mi asesora, por su gran apoyo y compartir sus conocimientos, para poder lograr junto con sus asesorías el mayor logro en mi carrera y desarrollar una buena investigación.

A mi hermano, tío y abuelo, que me apoyaron desde el primer momento, sabiéndome animar y tranquilizar con sabias palabras en los momentos indicados.

A mi enamorado, por estar en cada paso dándome tu amor y apoyo, compartiendo lágrimas en los momentos más difíciles, los cuales con tus abrazos llenos de amor y sonrisas han sabido convertirlos en momentos de alegrías y por siempre hacerme saber que me amas hasta en las peores etapas.

Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbicas (KJPCfinal).pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%	25%	6%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	10%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%

ÍNDICE

Resumen	14
Abstract	15
Introducción	16
Revisión de la literatura.....	19
Materiales y métodos	28
Resultados y discusión	68
Conclusiones	86
Recomendaciones.....	88
Referencias	89
Anexos.....	93

LISTA DE TABLAS

TABLA I N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN.....	30
TABLA II N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO DE PERMEABILIDAD.....	31
TABLA III N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO DE SUCCIÓN.....	31
TABLA IV N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL.....	31
TABLA V N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO DE ALABEO	31
TABLA VI N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO PARA AISLAMIENTO TERMICO	32
TABLA VII N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	32
TABLA VIII N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO PARA LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	32
TABLA IX N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.....	32
TABLA X N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO PARA LA RESISTENCIA AL MORTERO A TRACCIÓN.....	33
TABLA XI N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO PARA LA RESISTENCIA DE MURETES A LA COMPRESIÓN.....	33
TABLA XII N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO PARA LA RESISTENCIA DE MURETES A LA COMPRESIÓN DIAGONAL	33
TABLA XIII TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	34
TABLA XIV DETERMINACIÓN DE DOSIFICACIÓN DE PLUMAS EN VOLUMEN CONVERTIDO EN PESO.....	36
TABLA XV CANTIDAD TOTAL POR PORCENTAJE AGREGADO POR MEDIDAS	36
TABLA XVI DETERMINACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN ÓPTIMA PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES EN DIAGONAL Y EN COMPRESIÓN EN MURETES	37
TABLA XVII RELACIÓN T Y K [26].....	42
TABLA XVIII MEDIDAS – ASTM [28].....	44
TABLA XIX ESTIMACIÓN DE PRECISIÓN [29]	52
TABLA XX PARAMETROS DE LOS MATERIALES CON BUENOS, MODERADOS O POBRES AISLANTES TÉRMICOS [39]	60

TABLA XXI ENSAYOS FISICOS REALIZADOS A LAS PLUMAS	68
TABLA XXII ENSAYO QUÍMICO: MACROMINERALES.....	69
TABLA XXIII ENSAYOS QUÍMICO: MICRO MINERALES.....	69
TABLA XXIV ENSAYO IN SITU PARA SELECCIÓN DE SUELO - CINTA DE BARRO	69
TABLA XXV ENSAYO IN SITU PARA SELECCIÓN DE SUELO.....	70
TABLA XXVI RESULTADO DE PESO ESPECÍFICO	70
TABLA XXVII RESULTADO DE CONTENIDO DE HUMEDAD	70
TABLA XXVIII ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO	71
TABLA XXIX DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA.....	71
TABLA XXX ENSAYO DE GRANUMETRÍA POR HIDROMETRÍA	72
TABLA XXXI RESULTADO DEL ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD	73
TABLA XXXII RESUMEN DE RESULTADOS DE LIMITES.....	73
TABLA XXXIII CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS	74
TABLA XXXIV ENSAYO DE ALABEO	74
TABLA XXXV ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL EN MUESTRAS PATRÓN	75
TABLA XXXVI ENSAYO DE ABSORCIÓN EN MUESTRAS PATRÓN	75
TABLA XXXVII ENSAYO DE ABSORCIÓN MÁXIMA.....	76
TABLA XXXVIII ENSAYO DE SUCCIÓN	77
TABLA XXXIX ENSAYO DE CONDUCTIVIDAD TERMICA.....	77
TABLA XL RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	78
TABLA XLI RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN MUESTRAS (MÓDULO DE ROTURA)	79
TABLA XLII RESISTENCIA A LA TRACCIÓN EN MUESTRAS.....	79
TABLA XLIII RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL MORTERO EN MUESTRAS80	
TABLA XLIV RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS	81
TABLA XLV RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES..	81

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Curva granulométrica.....	72
Gráfica 2. Curva de Granulometría por Hidrometría	73
Gráfica 3. Curva de Fluidez de Límites	74
Gráfica 4. Comparación de los promedios de resultados del ensayo de alabeo.....	75
Gráfica 5. Comparación del promedio de resultados del ensayo de absorción.....	76
Gráfica 6. Comparación del promedio de resultados del ensayo de permeabilidad	76
Gráfica 7. Comparación del promedio de resultados del ensayo de succión	77
Gráfica 8. Comparación del promedio de resultados del ensayo de conductividad térmica	78
Gráfica 9. Comparación del promedio de resultados del ensayo de resistencia a la compresión	78
Gráfica 10. Comparación del promedio de resultados de resistencia al ensayo de flexión	79
Gráfica 11. Comparación del promedio de resultados de la resistencia al ensayo de tracción	80
Gráfica 12. Comparación del promedio de resultados del ensayo de resistencia del mortero a la tracción	80
Gráfica 13. Comparación del promedio de resultados de la resistencia al ensayo de compresión en pilas.....	81
Gráfica 14. Comparación del promedio de resultados de la resistencia al ensayo de compresión diagonal en muretes.....	82

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Bloques de tierra reforzada	22
Fig. 2. Tierra.....	23
Fig. 3. Acicalamiento de patos.....	25
Fig. 4. Pluma de pato	25
Fig. 5. Glándula Urupigal	26
Fig. 6. Diagrama de flujo	29
Fig. 7. Residuos después del ensayo para cenizas de las plumas.....	35
Fig. 8. Dosificación para 1%.....	36
Fig. 9. Dosificación para 2%.....	37
Fig. 10. Dosificación para 2.5%.....	37
Fig. 11. Prueba de cinta de barro [20].....	38
Fig. 12. Cinta de barro	38
Fig. 13. Presencia de barro [20]	38
Fig. 14. Bolitas para resistencia de presencia de arcilla.....	39
Fig. 15. Resistencia seca [20].....	39
Fig. 16. Peso de la muestra seca.....	40
Fig. 17. Peso de la fiola.....	40
Fig. 18. Fiola con muestra seca.....	41
Fig. 19. Fiola con muestra seca y agua	41
Fig. 20. Fiola con muestra en bomba de vacío.....	41
Fig. 21. Muestra después de la bomba al vacío	41
Fig. 22. Peso de la muestra con fiola después de limpiar impurezas	41
Fig. 23. Muestra sin impurezas	41
Fig. 24. Peso de la tara	42
Fig. 25. Peso de la muestra húmeda.....	42
Fig. 26. Peso de la muestra seca después de 24 horas en el horno	43
Fig. 27. Peso de la muestra pasada por los tamices	44
Fig. 28. Muestra húmeda para reposar por 24 horas	44
Fig. 29. Lavar muestra por el tamiz N°200.....	44
Fig. 30. Tamices para granulometría	45
Fig. 31. Tamizado	45
Fig. 32. Peso retenido por el tamiz N°10	45
Fig. 33. Peso retenido por el tamiz N°20	45

Fig. 34. Peso retenido por el tamiz N°40	45
Fig. 35. Peso retenido por el tamiz N°50	45
Fig. 36. Peso retenido por el tamiz N°100	46
Fig. 37. Peso retenido por el tamiz N°20	46
Fig. 38. Materiales para utilizar para Hidrometría	47
Fig. 39. Hexametafosfato de sodio.....	47
Fig. 40. Tamizado de muestra por el N°10	47
Fig. 41. Peso de muestra para ensayo de Hidrometría	47
Fig. 42. Peso del recipiente de vidrio	47
Fig. 43. Se agita la mezcla por 5 minutos	48
Fig. 44. Una probeta con agua destilada y otra con agua destilada y mezcla	48
Fig. 45. Introducción del densímetro para el ensayo	48
Fig. 46. Peso de la muestra húmeda pasada por el tamiz N°200	48
Fig. 47. Peso de la muestra seco	48
Fig. 48. Ensayo de limites	49
Fig. 49. Copa de casa grande	49
Fig. 50. Realización de la muestra	50
Fig. 51. Colocación de la muestra en copa de casa grande	50
Fig. 52. Realización de la brecha	50
Fig. 53. Peso de la tara del primer punto	50
Fig. 54. Peso de la muestra húmeda del primer punto	50
Fig. 55. Peso de la muestra seca del primer punto	50
Fig. 56. Peso de la tara del segundo punto	50
Fig. 57. Peso de la muestra húmeda del segundo punto	50
Fig. 58. Peso de la muestra seca del segundo punto	50
Fig. 59. Peso de la tara del tercer punto	51
Fig. 60. Peso de la muestra húmeda del tercer punto.....	51
Fig. 61. Peso de la muestra seca del tercer punto	51
Fig. 62. Peso de la tara para Límite Plástico	51
Fig. 63. Peso de la muestra húmeda para Límite Plástico.....	51
Fig. 64. Peso de la muestra seca para Límite Plástico	51
Fig. 65. Peso seco muestra	53
Fig. 66. Inmersión de muestras para ensayo de absorción.....	53

Fig. 67. Pesos secos de muestras patrones, 1%, 2 y 2.5% antes de la sumersión para ensayo de absorción	53
Fig. 68. Sumersión total del adobe.....	54
Fig. 69. Se retira después de tiempo estimado	54
Fig. 70. Peso de las muestras patrón, 1%, 2%, y 2.5% después del tiempo de sumersión para el ensayo de absorción	54
Fig. 71. Segunda prueba de sumersión para el adobe	54
Fig. 72. Peso del material que se queda en el agua.....	55
Fig. 73. Sumersión del adobe por 2da vez	55
Fig. 74. Ensayo de succión en muestra patrón.....	56
Fig. 75. Ensayo de succión en muestra con adición de 1%	56
Fig. 76. Ensayo de succión en muestra con adición de 2%	56
Fig. 77. Ensayo de succión en muestra con adición de 2.5%	56
Fig. 78. Medición de largo y ancho del bloque de tierra reforzada	58
Fig. 79. Caja hermética de poliestireno.....	58
Fig. 80. Adecuación del equipo empleado para evaluar la conductividad térmica.....	59
Fig. 81. Placa fría	60
Fig. 82. Placa caliente con su fuente de voltaje	60
Fig. 83. Termómetro digital con termocupla tipo K-TM-902.....	60
Fig. 84. Ensayo de conductividad térmica	61
Fig. 85. Ensayo de resistencia a la compresión.....	61
Fig. 86. Fisuración en cubos	61
Fig. 87. Ensayo de resistencia a la tracción en cilindro	62
Fig. 88. Fisuración	62
Fig. 89. Ensayo a la resistencia a la flexión	63
Fig. 90. Rotura	63
Fig. 91. Muestras rotas por flexión	63
Fig. 92. Resistencia del mortero a la tracción [20]	63
Fig. 93. Muestras de Mortero a tracción	64
Fig. 94. Rotura del mortero	64
Fig. 95. Ensayo de mortero a tracción	64
Fig. 96. Resistencia de pilas a la compresión [20].....	65
Fig. 97. Ensayo de resistencia a la compresión en pilas	65
Fig. 98. Pila después del ensayo	65

Fig. 99. Resistencia de muretes a la compresión indirecta [20].....	66
Fig. 100. Ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes	67
Fig. 101. Muestras patrón secando a los 15 días.....	68
Fig. 102. Peso pasado el tiempo de absorción muestra N° 4 y 7	93
Fig. 103. Ensayo de absorción	93
Fig. 104. Pesaje y desarrollo del ensayo de succión	93
Fig. 105. Cargas que soportaron las muestras patrón antes de la rotura	94
Fig. 106. Cargas que soportaron las muestras con 1% de adición antes de la rotura.....	94
Fig. 107. Cargas que soportaron las muestras con 2% de adición antes de la rotura.....	94
Fig. 108. Cargas que soportaron las muestras con 2.5% de adición antes de la rotura...94	
Fig. 109. Cargas que soportan los cilindros antes de su rotura a la resistencia a la tracción	95
Fig. 110. Cargas que soportan los cilindros antes de su rotura a la resistencia a la tracción	95
Fig. 111. Fisura en la Muestra Cilindro N°1	95
Fig. 112. Fisura en la Muestra Cilindro P	95
Fig. 113. Fisura en la Muestra Cilindro N°3	95
Fig. 114. Fisura en la Muestra Cilindro N°4.....	95
Fig. 115. Rotura en la Muestra Cilindro N°5	95
Fig. 116. Rotura en la Muestra Cilindro N° 6.....	95
Fig. 117. Cargas que soporta el mortero a tracción en muestras	96
Fig. 118. Cargas que soporta el mortero a tracción en muestras	96
Fig. 119. Fisura en la Muestra Mortero a Tracción N°1	96
Fig. 120. Fisura en la Muestra Mortero a Tracción N°2	96
Fig. 121. Fisura en la Muestra Mortero a Tracción N°3	96
Fig. 122. Fisura en la Muestra Mortero a Tracción N°4	96
Fig. 123. Fisura en la Muestra Mortero a Tracción N°5	96
Fig. 124. Resultados del ensayo de compresión de pilas	97
Fig. 125. Cargas del ensayo de compresión de pilas	97
Fig. 126. Carga de compresión de pilas	97
Fig. 127. Máquina de compresión diagonal	98
Fig. 128. Ensayo de compresión diagonal	98
Fig. 129. Ensayo de rotura de murete	98
Fig. 130. Compresión diagonal en murete	98

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1: Peso específico relativo de las partículas sólidas.....	40
Ecuación 2: Contenido de Humedad	42
Ecuación 3: Materiales más gruesos que pasan por N°10 – 2.00mm.....	46
Ecuación 4: Determinación de la masa que pasa por el tamiz N°10 – 2.00mm	46
Ecuación 5: Porcentaje acumulado que pasa por cada tamiz	46
Ecuación 6: Índice de Plasticidad.....	52
Ecuación 7: Porcentaje de absorción.....	52
Ecuación 8: Succión.....	56
Ecuación 9: Variación Dimensional: Largo.....	57
Ecuación 10: Variación Dimensional: Ancho.....	57
Ecuación 11: Variación Dimensional: Alto.....	57
Ecuación 12: Conductividad Térmica.....	59
Ecuación 13: Resistencia a la compresión.....	61
Ecuación 14: Resistencia a la tracción.....	62
Ecuación 15: Resistencia a la flexión.....	62
Ecuación 16: Esfuerzo al mortero a tracción.....	64
Ecuación 17: Resistencia a las pilas a la compresión.....	65
Ecuación 18: Esfuerzo admisible al corte del murete.....	66
Ecuación 19: Esfuerzo ultimo a compresión diagonal de murete de adobe.....	66

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo general analizar las propiedades físicas y mecánicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbicas, pato, esto debido a que los bloques de tierra reforzada o adobe siempre tienden a tener fallas estructurales, y son vulnerables al agua volviéndolos muy permeables y más frágiles ante cualquier fenómeno natural, para cumplir su objetivo general se realizó una caracterización de las plumas, se clasificó el tipo de suelo que fue utilizado y se realizaron ensayos físicos y químicos a los bloques de tierra reforzada patrón y con dosificaciones de 1%, 2 % y 2.5%, se llegaron a realizar 424 bloques de tierra reforzada, los cuales 104 fueron utilizados en los ensayos para las propiedades físicas como alabeo, variación dimensional, succión, absorción estos con medidas de 28x14x8 cm y conductividad térmica con medidas de 20x10x9cm y 350 para las propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión con medidas de 10x10x10cm, tracción en cilindros de 6” de diámetro y 12” de altura., flexión por módulo de rotura de medidas de 28x14x8cm, mortero a tracción con medidas de 16x8x18cm y compresión en pilas con medidas de 16x8x27cm y por último compresión diagonal en muretes con medidas de 64x10x64cm. Bajo la Norma E. 080 los ensayos realizados llegaron a pasar la resistencia última de cada ensayo mecánico, y en los ensayos físicos como absorción se determinó una disminución de absorción de agua en los bloques que tienen mayor porcentaje de dosificación.

Palabras claves: bloques de tierra reforzada, plumas de ave hidrofóbicas, propiedades físico-mecánicas, compresión, tracción, impermeabilidad, conductividad térmica.

Abstract

The general objective of this research is to analyze the physical and mechanical properties of strong earth blocks incorporating hydrophobic bird feathers, duck, this is because reinforced earth blocks or adobe always tend to have structural failures, and are vulnerable to water, making them very permeable and more fragile to any natural phenomenon, to fulfill its general objective, a characterization of the plumes was carried out, the type of soil that was used was classified and physical and chemical tests were carried out on the reinforced soil blocks pattern and with dosages of 1 %, 2% and 2.5%, 424 blocks of reinforced earth were made, of which 104 were used in the tests for physical properties such as warping, dimensional variation, suction, absorption, these with measurements of 28x14x8 cm and thermal conductivity with measurements of 20x10x9cm and 350 for mechanical properties such as compression resistance with measurements of 10x10x10cm, traction in cylinders of 6" diameter and 12" height, bending by modulus of rupture of measurements of 28x14x8cm, tensile mortar with measurements of 16x8x18cm and compression in piles with measurements of 16x8x27cm and finally diagonal compression in walls with measurements of 64x10x64cm. Under Standard E. 080, the tests carried out passed the last resistance of each mechanical test, and in the physical tests such as absorption, a decrease in water absorption was calculated in the blocks that have a higher dosage percentage.

Keywords:reinforced earth blocks, hydrophobic bird feathers, resistance, compression, traction, impermeability, thermal conductivity.

Introducción

Las civilizaciones antiguas se enfrentaban a diversos desafíos, incluyendo la necesidad de protegerse de los elementos naturales, invasiones externas y condiciones climáticas adversas, y a medida que evolucionaban, estas civilizaciones desarrollaban técnicas innovadoras en la construcción para fortalecer sus estructuras y asegurar su supervivencia. La evolución en la construcción se centró en superar obstáculos naturales y desafíos humanos.

En el caso de las civilizaciones del antiguo Perú, como las culturas Inca, Caral, Moche y Chimú, utilizaron técnicas sofisticadas como el sistema de andenes agrícolas y la construcción de estructuras de piedra como Machu Picchu para adaptarse a su entorno montañoso. También como en la majestuosa Ciudad de Chan Chan, construida por la cultura Chimú, se erigieron (construir) imponentes construcciones hechas de bloques de tierra reforzada, conocidos como adobe, esta civilización destacó por su maestría en la creación de complejos arquitectónicos utilizando esta técnica milenaria. Los muros de adobe, moldeados con precisión y unidos mediante una argamasa especial, formaban laberintos que hablaban del ingenio y la habilidad de sus constructores [1].

Estos bloques, elaborados a partir de tierra, agua y materiales aglutinantes, como paja o arcilla, se destacaron por su versatilidad y facilidad de manufactura. Sin embargo, su aplicación se vio limitada por debilidades significativas, como su baja resistencia mecánica y su vulnerabilidad al agua, lo que comprometía su durabilidad y estabilidad estructural. Actualmente, este material de tierra reforzada sigue siendo muy popular en la construcción de viviendas de las personas, y es por eso que en Perú, nuestro país, se encuentra normada la construcción con este material, la cual es la NTP E 0.80, en la cual nos habla sobre los requisitos que debe cumplir cada elemento para poder construir y también nos menciona los ensayos de pruebas que debe pasar este material para que dé resultados positivos de resistencias mecánicas y sísmicas, como a su vez sus propiedades físicas en las cual se buscaría una mejora en su impermeabilidad y conductividad térmica.

Con motivo del censo del 2017, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), dio a conocer que en el Perú existen 2 millones 148 mil 494 viviendas que viene representando el (27,9%), las cuales sus viviendas están elaboradas con adobe o tapial, siendo este el segundo material más utilizado manteniéndose en este lugar desde el censo del 2007, siendo el primero siendo el cemento [2]

Y es por eso por lo que a lo largo de los años siempre se busca mejorar sus características de este material, agregando fibras naturales o reemplazando algún elemento que ayude a que este material tenga mucha más fortaleza y seguridad, es por eso que en los antecedentes planteados

se habla sobre la adición de fibras naturales, en este caso de plumas, que tienen como características ser ligeras y de conductividad térmica. En los antecedentes nos dan como resultado que, al incorporar esta fibra natural en la tierra reforzada, su resistencia mecánica tiene un gran aumento y mejora su conductividad térmica, siempre dejando como recomendación realizar ensayos de permeabilidad que no han sido en gran cantidad abarcados.

La problemática que se plantea en esta investigación es la poca resistencia mecánica, el cuidado y su baja impermeabilidad en los bloques de tierra reforzada, volviéndolos débiles y con poca duración. Como consecuencia de esto, tenemos como dato que en el año 2014, 80 familias en Huancayo se vieron fuertemente afectadas gracias al desborde del río Miluchaca. Estas familias contaban con casas fabricadas de adobe, de las cuales 10 casas llegaron a colapsar y 50 quedaron inundadas[3].

En el año 2017 con el inicio del niño costero en el mes de febrero con la llegada de lluvias intensas, las cuales provocaron un colapso de alrededor 200 viviendas en la ciudad de Monsefú las que en su mayoría estaban elaboradas de material de adobe y quincha, siendo este un distrito reconocido por ser tradicional y rústico en su viviendas de adobe [4], y otro dato más reciente del año 2022 en la ciudad de Ica, casas hechas de adobe quedaron afectadas por las filtraciones del agua por rupturas de las tuberías en el interior de las viviendas[5].

Es por eso que se plantea la idea de emplear plumas de aves hidrofóbicas, las cuales tienen como características provenir de aves acuáticas como es el pato, que tienen como peculiaridad una glándula urupigial que segrega una sustancia que estas aves la esparcen en sus plumas utilizando su pico como manera de acicalamiento, y es por eso que agregando esta fibra en su elaboración de los bloques apunta no solo a mitigar la fragilidad estructural del adobe, sino también a dotarlo de propiedades hidrofóbicas que podrían hacerlo más resistente al deterioro causado por la exposición al agua y a los elementos.

Se han encontrado estudios donde hablan de cómo se ha podido conservar la sustancia oleosa de las aves a lo largo de los años, el más reciente es un estudio donde se encontró el aceite de las plumas en perfecto estado en un fósil de 48 millones de años, este descubrimiento arroja un conocimiento sobre la capacidad de las plumas de retener compuestos hidrofóbicos a lo largo de tiempo, incluso en condiciones extremas de conservación [6].

El presente proyecto tiene como objetivo general analizar las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbicas, así mismo se cumplirán objetivos específicos como caracterizar física y químicamente las plumas de ave hidrofóbicas de pato, para poder tener conocimiento de sus propiedades, también clasificar el tipo de suelo mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) esto con el fin

de tener una muestra óptima con la que se pueda crear la mezcla de bloques de tierra reforzada, luego se tendrá que evaluar sus propiedades físicas y mecánicas de la tierra reforzada añadiéndole en porcentajes de 0%, 1%, 2% y 2.5% siendo el primer porcentaje las muestras patrón sin ningún tipo de dosificación, los porcentajes serán agregados en volumen, todo esto se verá analizado mediante las pruebas de laboratorio de las unidades de albañilería y de muretes, esto teniendo como fin su último objetivo el cual será realizar una comparación de los datos resultantes de los ensayos entre las muestras sin agregados y las que tienen porcentajes.

Se plantea una solución al problema de peligrosidad que pueden tener las viviendas que utilicen este material sin tener en cuenta las normativas y a su vez se busca dar un aporte de un material reforzado en sus debilidades, tanto bueno como económico, para ello se deberá probar la hipótesis planteada mediante la realización de ensayos que se encuentran en la Norma Técnica Peruana E 0.80.

La pregunta central de la investigación es ¿De qué manera influye la incorporación de plumas de ave hidrofóbicas en las propiedades mecánicas y físicas de los bloques de tierra reforzada? La hipótesis es la incorporación de plumas de ave hidrofóbicas en el adobe influye en sus propiedades mecánicas y físicas.

Esta investigación plantea un valioso aporte a la ingeniería civil al considerar los valores ambientales. Se propone la utilización de plumas hidrofóbicas de aves, particularmente de patos, como una fibra natural. A menudo, estas plumas son descartadas en las avícolas, sin embargo, estudios han revelado que poseen propiedades positivas similares a otras fibras naturales. Estas propiedades contribuyen significativamente a la resistencia y otras características físicas del adobe.

La tierra necesaria para la fabricación de los bloques es un recurso abundante y económico, fácilmente accesible. Del mismo modo, las plumas, que son desechos comunes y disponibles, una vez incorporadas, mejorarán la impermeabilidad y la conductividad térmica de los bloques de tierra reforzada. Esta mejora sería especialmente beneficiosa para la construcción en zonas con alta humedad o con precipitaciones frecuentes, lo que podría prolongar la durabilidad de las viviendas construidas.

Este estudio busca analizar la influencia de las plumas de ave en los bloques de tierra reforzada, empleando los experimentos diseñados que se llevarán a cabo en los laboratorios de investigación de la institución, orientándose por las normas pertinentes para asegurar su cumplimiento, con la meta de que este material llegue a beneficiar a todas las familias que están interesadas en construir viviendas con tierra reforzada.

Este avance continuara promoviendo la investigación en torno a nuevas mejores de adición para la tierra reforzada, debido a que numerosas familias de escasos recursos económicos utilizan este recurso para la construcción de sus hogares.

Revisión de la literatura

Antecedentes Nacionales

Tintaya [7], en este estudio presentó como principal objetivo la evaluación de las propiedades mecánicas y físico con la adición de fibras de carrizo y plumas de ave, para lo cual se elaboraron bloques de adobe (tierra reforzada) compactados, el total de muestras fueron 84 bloques de tierra reforzada, los cuales fueron sometidos a los ensayos de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión evaluando su resistencia y su comportamiento en el ensayo de absorción, concluyendo que las plumas de pollo influyeron de forma positiva en los bloques de adobe, sus resultados llegaron a estar dentro del rango mínimo de la norma E 0.80 en su resistencia, disminuyeron en 4% en la absorción a comparación de la patrón, y cabe mencionar que favorece a la conductividad térmica llegando hasta un máximo de 23°C, llegando a tener protección externa con su densidad alta, esto hace que se vuelva resistente a agentes de erosión, como lluvias, y épocas friolentas. Además, en el estudio se recomienda usar las plumas de pollo como un producto impermeable de origen natural.

Leandro, Paz [8], para este estudio se plantearon determinar si existía influencia con adición de plumas de pollo en sus propiedades mecánicas, teniendo una comparación con la muestra patrón de adobe que contiene fibra vegetal (paja), los porcentajes agregados de plumas fueron 2%, 3% y 4%, dando como resultado que el ensayo de compresión de la muestra patrón arrojó resultados inferiores en (2.47, 6.19 ,21.02) kgf/cm², así mismo en los ensayos de tracción indirecta y compresión de pilas, los resultados de muestra patrón fueron inferiores a los adobes con los porcentajes agregados, dándonos a conocer que la adición de plumas de pollo sí influiría en las propiedades mecánicas obteniendo resultados favorables.

Vega [9], la finalidad que tuvo su estudio fue determinar las resistencias mecánicas de un adobe indentado y estabilizado con plumas de ave, utilizando porcentajes de agregados de 1.207%, 1.458%. 1.889%, se elaboraron 168 muestras en total, contando con muestra patrón y llevando a cabo ensayos de laboratorio como los de resistencia a compresión, tracción, compresión diagonal y en primas. De los resultados arrojados de los ensayos se indicó que las muestras que contenían plumas aumentan en las resistencias mecánicas de los bloques de tierra con respecto a lo que se indica las normas y construcción con tierra reforzada Norma E.080.

Bautista J, Bautista P [10], tuvieron como objetivo determinar el comportamiento de los bloques de tierra reforzada con dosificaciones de óxido de calcio (cal) en porcentajes de 1.5%, 3 % y 6% y en de plumas en 2.48% en cada una de sus muestras, para este estudio se utilizaron 140 adobes, los cuales fueron sometidos a evaluar sus propiedades mecánicas con los ensayos de resistencia a compresión, resistencia a tracción, resistencia a mortero a tracción, compresión en muretes y compresión diagonal en muretes. Obtuvieron como resultados que los bloques de tierras de tierra con definiciones superaron la resistencia en los ensayos de compresión y tracción.

Cisneros, Padilla [11], se enfocaron en la evaluación de las propiedades mecánicas de bloques a los que se les adicionan diferentes porcentajes de mucilago de nopal (10, 16 y 22%) y 1% de plumas de pollo en cuanto a resistencia de compresión, absorción y erosión. Con sus 3 porcentajes de adiciones obtuvieron que un aumento en promedio de 12 a 27% y el porcentaje de absorción se vio luego a ver reducido proporcionalmente al aumento del porcentaje de mucilago de nopal, evidenciando la disminución de la permeabilidad.

Suarez [12], su objetivo central se figuró en evaluar las propiedades del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al cual se le consideraron adiciones del 1, 2 y 3% plumas de pollo con respecto al peso del cemento. La tendencia de las propiedades evaluadas fue que sobre un diseño patrón, se reduce el asentamiento y actúa mejorando el comportamiento referido a la formación de fisuras, inhibiéndolas, con la adición en especial del 1% de plumas de pollo, tomando con un antecedente para los materiales de construcción como lo es concreto.

Chuquillanqui [13], tuvo como investigación la incorporación de fibra polipropileno en la mejora de propiedades físicas como alabeo, variabilidad dimensional, absorción y succión y propiedades mecánicas como compresión, esta fibra se agregara en porcentajes de 1%, 2%, 4% y 8%, donde se obtiene datos satisfactorios lo que es los ensayos con agua, que en su succión tuvo como mejor dosificación la de 8%, significando que el adobe succiono la menor cantidad, así mismo también con el ensayo de absorción, su mejores resultados dieron adicionando 8% de la fibra, el cual fue ensayado durante 5 horas, sin deshacerse, manteniendo su forma inicial.

Antecedentes Internacionales

García [14], en la investigación nos habla sobre como el adobe tiene problemas como material de construcción, al estar expuesto a las condiciones atmosféricas, como su resistencia al agua la cual es poca y al igual que su resistencia mecánica y es por eso que tuvo como objetivo principal “analizar los agregados naturales, para que esto mejoren las propiedades de

impermeabilidad y mecánicas del adobe, así se podría determinar el material a adicionar y su proporción adecuada”, para lo cual se realizaron ensayos de resistencias mecánicas como compresión y degradación en agua, utilizando muestras de 5x5x5cm, de muestras solas y de muestras con agregados naturales, dando como resultados que al incorporar agregados naturales, su impermeabilidad aumento alcanzando un 18.95%, y su resistencia a la compresión obtuvo un valor de 5.88 Mpa.

Abdulmunen, Mohd, Sopian, Hoseinzadeh, Al-Jaber, Astadio [15], en esta investigación plantearon un material biocompuesto a base de material de cambio de fase (PCM), el cual se conoce almacena energía térmica en forma de calor latente, y plumas de pollo presentes en porcentajes de 25%, 50% y 75% dentro de paneles de cloruro de polivinilo (PVC) enfocados a ser envolturas de la parte interna de edificios. Realizaron ensayos acústicos, mecánicos y térmicos, estos últimos analizando las constantes térmicas como la capacidad calorífica específica y la conductividad térmica de los paneles de PVC combinados. Siendo así que los resultados que se obtuvieron indican que el uso de plumas en porción de peso del 75% mejoró las propiedades de los compuestos como materiales de aislamiento térmico, debido al aumento de la temperatura de fusión en 76% y al 9% reducción del calor latente de fusión con respecto a las pruebas realizadas a los paneles patrón, es decir, los llenos exclusivamente de PCM. Además, de los paneles con la proporción del 75% de relleno, se notó la reducción del 9% de los niveles de ruido comparado a los paneles patrón.

Ugur S., Ugur Y., Sedad [16], desarrollaron relaciones de características como la permeabilidad de espumas rígidas de poliuretano (RPUF) y cantidades variables de polvos de pluma de pavo (TFP). Para lograr sus resultados, realizaron un análisis para monitorear el volumen libre, observando así las tendencias en el tamaño de orificios de volumen libre de las espumas y de tales parámetros poderlos considerar indicadores de permeabilidad, para lo cual también realizaron mediciones de permeabilidad de vapor de agua y de aire. Obtuvieron que la adición de polvo de plumas de pavo redujo la permeabilidad de vapor de agua y de aire de la espuma, siendo la primera coherente con el carácter hidrofóbico de la queratina de las plumas.

Bases teóricas-científicas

Adobe / tierra reforzada

Material de tierra, que al momento de su elaboración se podría mezclar con arena gruesa y paja para aumentar su resistencia y tiempo de duración [17]. Conocido también como un ladrillo, que tiene como componentes arcilla, arena, paja y fibras naturales



Fig. 1. Bloques de tierra reforzada

Dimensiones del adobe

El bloque no debe sobrepasar los 0.40m de lado, en el bloque rectangular debe tener un largo igual a dos veces su ancho, y la altura debe medir entre 0.08m y 0.12m, deberá tener forma rectangular o cuadrada y en el caso de encuentros pueden tener ángulos no iguales a 90° [17].

Adobe Estabilizado

Material que se le ha incorporado (cemento, asfalto, cal, etc.) con el fin de aumentar la resistencia a compresión y firmeza con la presencia de humedad.

Beneficios de construcción con tierra reforzada

Se pueden edificar casas más económicas y con menor repercusión medioambiental, porque se utilizan recursos propios del lugar; así mismo, gran parte de los materiales que se requieren se pueden elaborar en el lugar de la obra [18].

Además, tienen una gran capacidad térmica, eliminación de olores indeseables, gran comportamiento acústico, resistencia al fuego, resistencia a la capacidad portante y estructural [19].

Desventajas de construcción con tierra reforzada

Se tiene conocimiento de que la tierra reforzada que se emplea como componente en la construcción es un buen material a la hora de trabajar en viviendas, sin embargo, se debe tener en cuenta que tiene algunas debilidades, las cuales son producidas por el daño que genera el agua en ella. Como sabemos la humedad es un agente dañino que genera grietas [20].

Composición del adobe

Los elementos fundamentales utilizados en la fabricación de estructuras de albañilería con tierra reforzada son:

Tierra

Elemento de construcción que está formado de 4 elementos básicos: Arena gruesa, fina, arcilla y limo. La cual se utiliza para diferentes etapas de construcción, como la cimentación, nivelaciones de terreno y también formación de estructuras, la cual genera estabilidad y un soporte para los elementos constructivos [21].



Fig. 2. Tierra

Arcilla

Es un componente importante del suelo, que al entrar en contacto con el agua posibilita su mezcla, y está constituido por partículas inferiores a dos micras (0.002 mm)[17]. En la fabricación de bloques de adobe se requiere una proporción de arcilla que varíe entre 10 % y el 20 % para garantizar una degradación adecuada del suelo [21].

Limo

Materia inerte, conformada por granos de roca de tamaño que varía entre 0.002 mm y 0.08 mm [17], al utilizarlo en bloque de adobe, la degradación del suelo debe estar entre 15-25 % de limo [21].

Arena fina

Componente inerte, conformado por partículas de roca comprendidas entre 0.08 mm y 0.50 mm [21].

Arena gruesa

Componente inerte, estable cuando entra en contacto con el agua, sin propiedades de cohesión, compuesto por partículas rocosas que tienen tamaños comprendidos entre 0.6 mm y 4.75 mm. Estas conforman la estructura granular resistente del barro en su proceso de secado [21].

Agua

Según Norma E.080, el agua que se debe utilizar debe cumplir las siguientes características, debe ser agua potable o libre de materia orgánica, sales y sólidos, estar limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, y/o otras sustancias dañinas [21].

Paja

Se trata del tallo seco de ciertas plantas, después de haber sido separado el grano o semilla, en este caso de los cereales como el trigo, avena, cebada, entre otros [22].

Selección del suelo

Se utilizarán los métodos de prueba de “Cinta de barro” y “Presencia de arcilla” para llegar a tener un material bueno que cumpla lo establecido por la norma E.080 [21].

Mortero

Elemento de unión de los adobes en albañilería, el cual es agua y tierra mezcladas con paja o con arena gruesa y con elementos naturales espesas con el fin de controlar fisuras del proceso de secado [17].

Se clasifican en dos grupos:

TIPO I (A base de tierra con algún aglomerante)

TIPO II (A base de tierra con paja)

Utilizaremos mortero tipo II, en el cual su composición debe cumplir con las mismas etapas que el adobe y no podrá tener una calidad menor. Se tendrá que utilizar el volumen de agua que se necesite para una mezcla tratable [21].

Muros de tierra reforzada

Elementos de importancia en la estabilización, comportamiento sísmico de la estructura y resistencia, sus diseños deben considerarse basados en su utilidad, lugar y materiales principales, se usan muros rectos, existen casos donde se utilizarán muros curvos reforzados para mantener la estabilidad [21].

Aditivo Naturales

Elementos provenientes de la naturaleza, como la paja y arena gruesa, controlan las fisuras que se producen durante el proceso de secado rápido [17].

Plumas de ave hidrofóbicas

Aves hidrofóbicas: patos

Son aves acuáticas que se caracterizan por sus cuerpos pequeños, picos aplanados y adaptados para filtrar alimentos de agua o el barro, tienen habilidades para nadar y flotar que se debe a la presencia de su glándula uropigial, la cual produce un aceite que recubre sobre sus plumas durante el acicalamiento para mantenerlas impermeables [23].



Fig. 3. Acicalamiento de patos

Plumas

Sus plumas son estructuras cubiertas de queratina que cubren el cuerpo del ave, compuestas por un eje central con barbas que se ramifican por ambos lados, estas están bañadas de aceite que es producido por la glándula uropigial, estas aves como manera de acicalamiento extienden el aceite sobre la superficie de las plumas creando una capa impermeable que evite que el agua penetre [24].

Estas fibras cuentan con propiedades físicas y químicas, en las físicas se obtiene una baja densidad, bajo grosor, buena retención de calor, excelente capacidad para absorber el sonido, proteínas, grasas, materia orgánica y cenizas, así como también en las químicas tienen micro minerales y macrominerales como son el carbono, hidrogeno, nitrógeno, oxígeno y azufre [25].



Fig. 4. Pluma de pato

Glándula Uropigial

Esta se encuentra en la base de la cola y secreta una sustancia aceitosa que los patos utilizan para impermeabilizar sus plumas, lo cual los ayuda a mantenerse secos y aislados del agua fría, y a su misma vez les permite su flotabilidad y aislamiento térmico en el agua [26].



Fig. 5. Glándula Uropigial

Normativa

Norma E0.50: Suelos y Cimentaciones

Norma plateada por el Reglamento Nacional de Edificaciones, que tiene como finalidad establecer los requisitos para el desarrollo de Estudios de Mecánica de Suelos (EMS), cuyo final es la utilidad de la cimentación de las estructuras, ya que ellas son las que soportan las cargas [27].

Norma E0.80: Diseño y construcción con tierra reforzada

Norma plateada por el Reglamento Nacional de Edificaciones, que tiene como objetivo el trabajo del adobe simple o estabilizado con otros elementos, proyectando diseños que sean de eficiencia para la sociedad, los cuales deben apuntar a solventar soluciones frente a los desastres naturales y sísmicos buscando la seguridad de las personas como prioridad [27].

Norma E0.70: Albañilería

Norma plateada por el Reglamento Nacional de Edificaciones que tiene como fin establecer requisitos para el desarrollo de muros de albañilería con cualquier material, principalmente en su análisis, diseño y control de calidad, la cual verifica que se cumplan requisitos óptimos, si bien los materiales en solidarios pueden estar en perfectas condiciones, sin un buen diseño de albañilería y sin un buen proceso constructivo se pueden generar fallos [27].

NTP 339.127 - Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo

Proceso en el cual se analiza el nivel de humedad presente en la muestra del material antes de comenzar a trabajar con ella. Esto permitirá ajustar el proceso según la cantidad de agua que contenga la muestra[28].

NTP 339.128 - Método de Ensayo para el ensayo granulométrico

Norma que explica como clasificamos la muestra de acuerdo con su tamaño de partícula dependiendo de los tamices[29].

NTP 339.129 - Método de ensayo para determinar el Límite Líquido y Límite Plástico e Índice de Plasticidad de suelos

Se determina el límite líquido, límite plástico y la relación que tiene el suelo con su representación del índice de plasticidad de los suelos[30].

NTP 339.134 - Método para la Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)

La clasificación internacional de suelos permite identificar y definir cada tipo de suelo según sus características específicas. Reconocer estos tipos de suelo facilita el trabajo adecuado en función de sus necesidades y ayuda a determinar el suelo más adecuado para cada tipo de proyecto[31].

NTP 399.604 - Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

Este método de ensayo permite desarrollar unidades de albañilería óptimas al evaluar sus resistencias mecánicas y físicas, asegurando que cumplan con las principales necesidades estructurales de los muros. La norma establece las medidas esenciales y el posicionamiento adecuado de las unidades de albañilería para maximizar su rendimiento[32].

NTP 399.605 - Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de primas de albañilería

El ensayo según la norma de albañilería se enfoca principalmente en evaluar los materiales esenciales para el diseño de las unidades de albañilería, destacando la importancia de determinar su resistencia a la compresión frente a las cargas superiores que ejercen presión sobre ellas[33].

NTP 399.113 - Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería

Las especificaciones de la Norma Técnica Peruana establecen las características particulares que deben cumplir los ladrillos de arcilla, demostrando mediante ensayos que cumplen con los

requisitos establecidos. Entre estos ensayos destacan de alabeo, variación dimensional succión, absorción, compresión y flexión por módulo de rotura [34].

NTP 399.621 - Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería

Este ensayo de laboratorio evalúa los muretes de albañilería sometiéndolos a fuerzas de compresión diagonal, con el fin de analizar su resistencia en condiciones reales y su capacidad para soportar fuerzas sísmicas[35].

ASTM C177-13

Norma de la Asociación Americana de Ensayo de Materiales que nos explica el método de prueba estándar para mediciones de flujo de calor en estado estacionario y propiedades de transmisión térmica mediante el aparato de placa caliente [36].

Materiales y métodos

Tipo de investigación

La presente investigación según su metodología es experimental ya que se usarán datos reales provenientes de la experimentación de la hipótesis y se manipulara la variable independiente para obtener los datos.

Nivel de investigación es descriptivo ya que se hace uso de conceptos, ensayos y características de la Norma E.080, pero al final se obtendrán resultados reales los cuales serán propuestos en tablas, gráficos y comparaciones respecto a una muestra patrón con las muestras con las variables manipuladas.

Según su fin es de tipo aplicada porque se muestra una problemática real, teniendo como solución el desarrollo de hipótesis para llegar a soluciones.

Diseño de investigación

Esta investigación es experimental, ya que se va a manejar la variable independiente para ver las alteraciones en la variable dependiente, así mismo se considera experimental porque se van a realizar ensayos de laboratorio para conseguir los resultados.

Formulación del problema

¿De qué manera influye la incorporación de plumas de ave hidrofóbicas en las propiedades mecánicas y físicas de los bloques de tierra reforzada?

Hipótesis

La incorporación de plumas de ave hidrofóbicas en el adobe influye en sus propiedades mecánicas y físicas.

Diseño de constatación de la Hipótesis

El diseño de constatación en esta investigación será plantear una comparativa entre una muestra patrón y las muestras a las cuales se les adicionará plumas, de esta manera verificando propiedades mecánicas y físicas con ensayos de laboratorio.

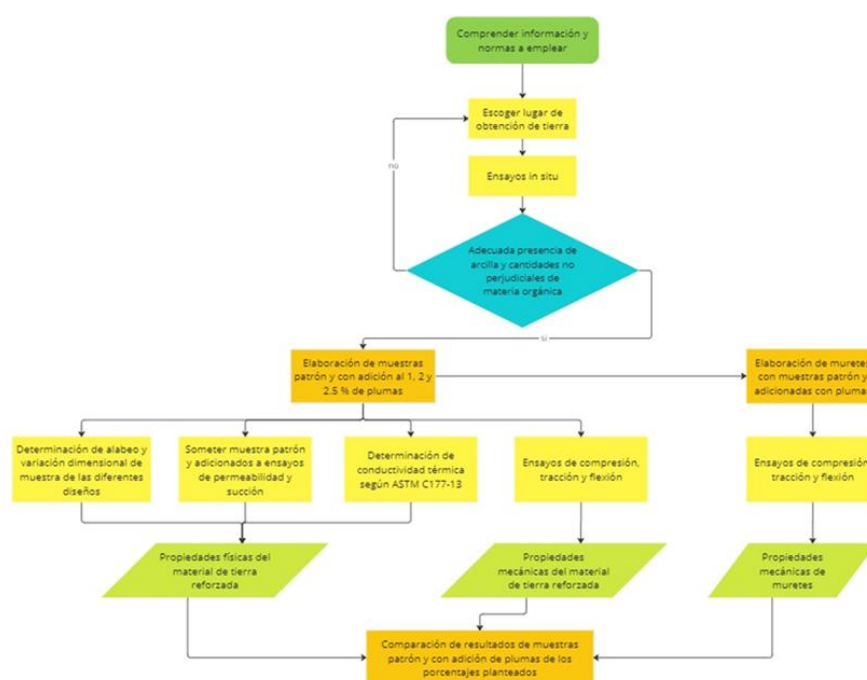


Fig. 6. Diagrama de flujo

Población y muestra

Población

La población en esta investigación se considera los bloques de tierra reforzada y la población de plumas de ave hidrofóbicas.

Bloques de tierra reforzada: Para este estudio se tendrá en cuenta ladrillos de tierra reforzada con medidas de 10x10x10 cm para los ensayos de compresión, 20x10x9 cm para compresión diagonal en muretes y aislamiento térmico, 16x8x8 cm para compresión en pilas y ensayos físicos con medidas de 28x14x8 cm, y muestras cilíndricas de 6" diámetro y 12" de largo para los ensayos de flexión, en la población se toma en cuenta las unidades de tierra reforzada de muestra patrón, es decir sin agregarle el porcentaje de plumas, junto a las muestras con adiciones de plumas.

Para la elaboración de los bloques de tierra reforzada, se utilizará material procedente del análisis de muestras del distrito de Chiclayo, en las cuales se verificará la muestra óptima para ser utilizada mediante las pruebas in situ, y de acuerdo con los resultados obtenidos, se realizarán los bloques de tierra reforzada con la muestra que cumple con las características que la Norma E-080 nos proporciona.

Se realizarán ensayos físicos y mecánicos tanto para las muestras patrón como las muestras con adiciones de plumas, con una población de 464 bloques de tierra reforzada.

Población de plumas: Para la obtención de las plumas se hará un convenio económico con los vendedores del Mercado Moshoqueque, a su misma vez se cuenta con la ayuda de familiares que se dedican a la cría y venta de patos a los mercados de Oyotún, que ya se hizo un acuerdo para la obtención de estas plumas, para que en el momento de ser retiradas con el cuidado necesario y así poder conservar el aceite que se encuentra en ellas, las plumas serán limpiadas con paños suaves y secos para eliminar la suciedad superficial, y se guardaran en lugares fresco y secos, lejos del sol, para tener una mejor conservación de su aceite.

Muestra

Las muestras para las unidades de tierra reforzada se consideran los bloques de muestra patrón y los bloques adicionando los porcentajes de plumas, los cuales serán elaborados de la mejor manera, para poner a prueba sus propiedades físicas y mecánicas mientras los ensayos de laboratorios. Las muestras de plumas de ave hidrofóbicas. de patos son las plumas luego extracción, limpieza y conservación, para luego ser añadidas a los bloques de tierra reforzada de acuerdo con los porcentajes planteados.

- **Ensayo de absorción:** Para este ensayo se elaboraron muestras con dimensiones de 28 x 14 x 8 cm para determinar el porcentaje de agua que la muestra puede absorber.

TABLA I
N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN

Ensayo de absorción				
Sumersión (minutos)	Dosificación			
	Muestra patrón (0%)	1%	2%	2.50%
3	10	10	10	10
CANTIDAD		40		

- **Ensayo de permeabilidad:** Para este ensayo se elaboraron muestras de con dimensiones de 28x14x8 cm.

TABLA II
N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO DE PERMEABILIDAD

Ensayo de permeabilidad				
Sumersión (minutos)	Dosificación			
	Muestra patrón (0%)	1%	2%	2.50%
10	10	10	10	10
CANTIDAD		40		

- **Ensayo de succión:** Para este ensayo se elaboraron muestras con dimensiones de 28 x 14 x 8 cm.

TABLA III
N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO DE SUCCIÓN

Ensayo de succión				
Sumersión (segundos)	Dosificación			
	Muestra patrón (0%)	1%	2%	2.50%
60	10	10	10	10
CANTIDAD		40		

- **Ensayo de variación dimensional:** Para este ensayo se elaboraron muestras con dimensiones de 28 x 14 x 8 cm y se usarán las mismas muestras que el ensayo de absorción antes de realizar el ensayo.

TABLA IV
N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

Ensayo de variación dimensional				
Muestra patrón (0%)	Dosificación			
	1%	2%	2.50%	
10	10	10	10	
CANTIDAD		40		

- **Ensayo de alabeo:** Para este ensayo se elaboraron muestras con dimensiones de 28 x 14 x 8 cm y se usarán las mismas muestras que el ensayo de succión antes de realizar el ensayo.

TABLA V
N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO DE ALABEO

Ensayo de alabeo				
Muestra patrón (0%)	Dosificación			
	1%	2%	2.50%	
10	10	10	10	
CANTIDAD		40		

- **Ensayo de conductividad térmica:** Para este ensayo se elaboraron muestras con dimensiones de 20 x 10 x 9 cm.

TABLA VI
N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO PARA AISLAMIENTO TERMICO

Ensayo de aislamiento térmico				
	Dosificación			
	Muestra patrón (0%)	1%	2%	2.50%
	6	6	6	6
CANTIDAD	24			

- **Ensayo de resistencia a la compresión:** Para este ensayo se elaboraron muestras con dimensiones de 10 x 10 x 10 cm.

TABLA VII
N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Edad de muestra (día)	Resistencia a la compresión			
	Muestra patrón (0%)	Dosificación		
		1%	2%	2.50%
28	6	6	6	6
CANTIDAD	24			

- **Ensayo de resistencia a la tracción:** Para este ensayo se elaboraron muestras cilíndricas de 6” de diámetro y 12” de altura.

TABLA VIII
N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO PARA LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

Edad de muestra (día)	Resistencia a la tracción			
	Muestra patrón (0%)	Dosificación		
		1%	2%	2.50%
28	6	6	6	6
CANTIDAD	24			

- **Ensayo de resistencia a la flexión:** Para este ensayo se elaboraron muestras con dimensiones de 28 x 14 x 8 cm.

TABLA IX
N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Edad de muestra (día)	Resistencia a la flexión			
	Muestra patrón (0%)	Dosificación		
		1%	2%	2.50%
28	5	5	5	5
CANTIDAD	20			

- **Ensayo de resistencia del mortero a la tracción:** Para este ensayo se elaboraron muestras con dimensiones de 16 x 8 x 8 cm.

TABLA X
N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO PARA LA RESISTENCIA AL MORTERO A TRACCIÓN

Resistencia al mortero a la tracción				
Edad de muestra (día)	Dosificación			
	Muestra patrón (0%)	1%	2%	2.50%
28	5	5	5	5
CANTIDAD	40			

- **Ensayo de resistencia de muretes a la compresión:** Para este ensayo se elaboraron muestras con dimensiones de 16 x 8 x 8 cm.

TABLA XI
N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO PARA LA RESISTENCIA DE MURETES A LA COMPRESIÓN

Resistencia a la compresión de muretes		
Edad de muestra (día)	Dosificación	
	Muestra patrón (0%)	Con la mejor dosificación
28	6	6
CANTIDAD	12	
Cantidad de Unidades	36	

- **Ensayo de resistencia de muretes a la compresión diagonal:** Para este ensayo se elaboraron muestras de 20 x 10 x 9 cm.

TABLA XII
N° DE MUESTRAS PARA ENSAYO PARA LA RESISTENCIA DE MURETES A LA COMPRESIÓN DIAGONAL

Resistencia a la compresión diagonal		
Edad de muestra (día)	Dosificación	
	Muestra patrón (0%)	Con la mejor dosificación
28	6	6
CANTIDAD	12	
Cantidad de Unidades	216	

Muestreo

Para esta investigación, se ha elegido una metodología de muestreo no probabilístico ya que intervino el criterio del investigador para la selección de unidades a trabajar, teniendo en cuenta las características de la investigación y los ensayos que se pretende desarrollar. Esta

metodología permite seleccionar casos representativos, optimizando recursos y profundizando el análisis.

Operacionalización de variables

Variable Independiente

Plumas de pato.

Variable Dependiente

Propiedades Mecánicas y Físicas.

Tabla de operacionalización de Variables

TABLA XIII
TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable Independiente							
Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicador	Unidad de medición	Escala de medición	Método de medición	
Plumas de ave hidrofóbicas	Estructuras cubiertas de queratina que cubren el cuerpo del ave, compuestas por un eje central con barbas que se ramifican por ambos lados, que tiene como propiedades la impermeabilidad, aislamiento térmico, ligereza, flexibilidad y resistencia y capacidad de absorción de impactos.	Propiedades Físicas	Densidad	gr/cm ³	De razón	NTP 211.047 2015	
			Proteínas	%		NTP 205.005/79	
			Grasas	%		NTP 205.006/80	
			Cenizas	%		NTP 205.004/79	
			Materia Orgánica	%		NTP 211.047 2015	
			Materia Facilmente Oxidable	%		NTP 211.047 2015	
		Propiedades Químicas	Carbono	%		NTP 211.047 2015	
			Calcio	%		NTP 211.047 2015	
			Magnesio	%		NTP 211.047 2015	
			Fosforo	%		NTP 211.047 2015	
			Sodio	%		NTP 211.047 2015	
			Potasio	%		NTP 211.047 2015	
			Cobre	Cu mg/ Kg		NTP 211.047 2015	
			Hierro	Fe mg/ Kg		NTP 211.047 2015	
			Manganeso	Mn mg/ Kg		NTP 211.047 2015	
			Zinc	Zn mg/ Kg		NTP 211.047 2015	
Variable Dependiente							
Bloques de Tierra Reforzada	Material de tierra, que al momento de su elaboración se podría mezclar con arena gruesa y paja para aumentar su resistencia y tiempo de duración [16]. Conocido también como un ladrillo, que tiene como componentes arcilla, arena, paja y fibras naturales.	Clasificación de Suelos	Tipo de Clasificador	Adimensional	De razón	-	
			Ensayo Gravedad Especifica	gr/cm ³		NTP 339.131: 1999	
			Granulometría por Tamizado	%		NTP 339.128	
			Ensayo Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plasticidad	gr		NTP 339.129	
		Propiedades Físicas	Ensayo Granulometría por Sedimentación	%		NTP 339.128	
			Ensayo Contenido de Humedad	%		NTP 339.127	
			Ensayo de permeabilidad	%		NTP 339.604 y 399.613	
			Ensayo de Absorción	%		NTP 339.604 y 399.613	
			Succión	%		NTP 399.613	
			Ensayo de conductividad térmica	mm		ASTM C177-13	
			Alabeo	%		NTP 399.613	
			Variación dimensional	w/m(m.k)		Norma E.070 - NTP 399.613	
			Resistencia del material de tierra reforzada a la compresión	kg/cm ²		Norma E. 080 - NTP 399.613	
			Resistencia de pilas a la compresión	kg/cm ²		Norma E.080 - NTP 399.605	
			Propiedades Mecánicas	Resistencia del mortero a la tracción		kg/cm ²	Norma E.080
				Resistencia del murete a la compresión diagonal		kg/cm ²	Norma E.080 -NTP 399.621
		Resistencia del material de tierra reforzada a la tracción		kg/cm ²		Norma E. 080	
		Resistencia a la flexión		kg/cm ²		NTP 399.613	
		Análisis Comparativo	Ensayo de permeabilidad	%		NTP 339.604 y 399.613	
			Ensayo de Absorción	%		NTP 339.604 y 399.613	
Succión	%		NTP 399.613				
Ensayo de conductividad térmica	mm		ASTM C177-13				
Alabeo	%		NTP 399.613				
Variación dimensional	w/m(m.k)	Norma E.070 - NTP 399.613					

Resistencia del material de tierra reforzada a la compresión	kg/cm ²	Norma E. 080 - NTP 399.613
Resistencia de pilas a la compresión	kg/cm ²	Norma E.080 - NTP 399.605
Resistencia del mortero a la tracción	kg/cm ²	Norma E.080
Resistencia del murete a la compresión diagonal	kg/cm ²	Norma E.080 -NTP 399.621
Resistencia del material de tierra reforzada a la tracción	kg/cm ²	Norma E. 080
Resistencia a la flexión	kg/cm ²	NTP 399.613

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

La recolección de datos de la investigación se llevó a cabo por medio de análisis de documentos.

Análisis de datos: Se comprendió e interpretó variadas fuentes bibliográficas en las cuales se basó el desarrollo de este informe de investigación como las NTP, artículos de investigación y tesis de pregrado relacionadas con el objeto de estudio y variables las cuales respalden la investigación.

Instrumentos de recolección de datos

Caracterización de las plumas

Se realizará una caracterización de las plumas hidrofóbicas la cual se evaluará ensayos fisicoquímicos y ficha técnica.



Fig. 7. Residuos después del ensayo para cenizas de las plumas

Preparación de las plumas para la adición en la mezcla:

Se obtuvieron las plumas de pato del convenio con familiares que se dedican a la venta de ello, con la instrucción de retirarlas sin remojo en agua caliente, sino que, extrayéndolas con cuidado y específicamente de la cola de los animales inertes.

Se retiró el cálamo de la pluma para solo tomar el estandarte y seccionarlo cortándolo en pedazos de 2 a 3 centímetros y poder tomarlo como la adición.

Determinación de la dosificación de la cantidad (peso) en volumen de las plumas agregadas a la mezcla:

TABLA XIV
DETERMINACIÓN DE DOSIFICACIÓN DE PLUMAS EN VOLUMEN CONVERTIDO EN PESO

Ensayo físicos y mecánicos	Medidas	Volumen	1%	2%	2.50%	Densidad de la pluma	Porcentaje de dosificación 1%* Densidad de pluma	Cantidad de unidades	Porcentaje de dosificación 2%* Densidad de pluma	Cantidad de unidades	Porcentaje de dosificación 2.5% * Densidad de pluma	Cantidad de unidades
Ensayo de resistencia a la compresión	10*10*10	1000 cm ³	10	20	25		1.04 gr	6	2.08 gr	6	2.60 gr	6
Ensayo de resistencia a la compresión diagonal de muretes y ensayo de conductividad térmica	20*10*9	1800 cm ³	18	36	45		1.87 gr	6	3.74 gr	6	4.68 gr	6
Ensayo de compresión en muretes y ensayo de resistencia al mortero en tracción	16*8*8	1024 cm ³	10.24	20.48	25.6	0.104 g/cm ³	1.06 gr	10	2.13 gr	10	2.66 gr	10
Ensayo de absorción, Ensayo de succión y Resistencia a la flexión	28*14*8	3136 cm ³	31.36	62.72	78.4		3.26 gr	25	6.52 gr	25	8.15 gr	25
Resistencia a la tracción	12" * 6" diámetro	5560 cm ³	55.6	111.2	139		5.78 gr	6	11.56 gr	6	14.46 gr	6

TABLA XV
CANTIDAD TOTAL POR PORCENTAJE AGREGADO POR MEDIDAS

Medidas	1%	2%	2.50%
10*10*10	6.24 gr	12.48 gr	15.60 gr
20*10*9	11.23 gr	22.46 gr	28.08 gr
16*8*8	10.65 gr	21.30 gr	26.62 gr
28*14*8	81.54 gr	163.07 gr	203.84 gr
12" * 6" diámetro	34.69 gr	69.39 gr	86.74 gr
Total	144.35 gr	288.70 gr	360.88 gr



Fig. 8. Dosificación para 1%



Fig. 9. Dosificación para 2%



Fig. 10. Dosificación para 2.5%

TABLA XVI
DETERMINACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN ÓPTIMA PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES EN DIAGONAL Y EN COMPRESIÓN EN MURETES

Ensayo	Mejor dosificación					
	1%		2%		2.5%	
	Porcentaje de dosificación 1%* Densidad de pluma	Cantidad de unidades	Porcentaje de dosificación 2%* Densidad de pluma	Cantidad de unidades	Porcentaje de dosificación 2.5% * Densidad de pluma	Cantidad de unidades
Ensayo de resistencia a la compresión diagonal de muretes	1.87 gr	108	3.74 gr	108	4.68 gr	108
Ensayo de compresión en murete	1.06 gr	18	2.13 gr	18	2.66 gr	18
Total	221.35 gr		442.69 gr		553.36 gr	

Ensayos y pruebas para la selección de suelo

Prueba de cinta de barro

Para un conocimiento de existencia de arcilla en el suelo, se puede realizar esta prueba, la cual tendrá un tiempo de 10 minutos. Se utilizará una muestra de barro con humedad con la cual deberá hacerse un cilindro de 12 mm de diámetro, luego se colocará en las manos y se aplanará entre los dedos índice y pulgar, así formando una cinta de 4mm de espesor y se dejará

descolgar lo más que se pueda. Si la cinta alcanza la longitud entre 20 y 25 cm será muestra de que es un suelo con mucha arcilla[21].

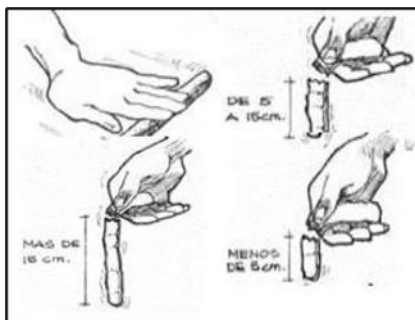


Fig. 11. Prueba de cinta de barro [20]



Fig. 12. Cinta de barro

Prueba de presencia de arcilla o resistencia seca

Para esta prueba se formarán 4 bolitas con tierra de la zona a estudiar y con una mínima cantidad de agua para formarlas, la cual será la mínima necesaria para formar las bolitas sobre las palmas de las manos sin que estas se destrocen o deformen a la vista al secarse. Se tendrá que dejar secar las bolitas por 48 horas, revisando que no se humedezcan o mojen [21].

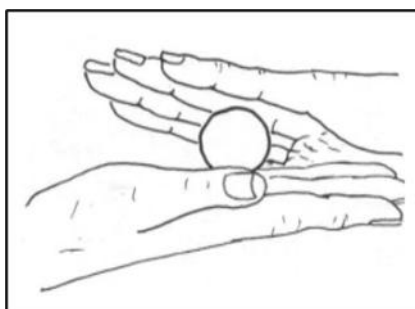


Fig. 13 Presencia de barro [20]



Fig. 14. Bolitas para resistencia de presencia de arcilla

Procedente del tiempo de secado, se deberá presionar fuertemente cada una de las bolitas con el dedo índice y pulgar. En caso de que no llegue a romperse, significa que el suelo sí contiene arcilla, y en caso de que se rompa, es un suelo al que le falta arcilla, y se tendría que desechar la muestra tomada del suelo, y en caso de que se rompa solamente 1 bolita, se tendría que volver a formar las 4 bolitas siguiendo los pasos explicados anteriormente [21].



Fig. 15. Resistencia seca [20].

Ensayo de Peso Específico

Según la normativa NTP 339.131:1999 de suelos, el objetivo de este ensayo es determinar el peso específico de las partículas sólidas del suelo estudiado por medio de un picnómetro [37].

Para este ensayo se utilizarán los siguientes instrumentos:

Picnómetro: Instrumento de laboratorio con capacidad de 100cm³ de material, hecho de vidrio resistente con un tapón en el orificio que permite la entrada y salida de aire y agua que pueda sobrar.

- **Balanza:** Para tomar el peso de muestras con exactitudes de 0.01g para muestras menores a 200g y de 0.1g a muestras mayores de 200g.

- Bomba de vacío: Instrumento que permite producir presión absoluta igual o menor de 100 mm de columna de mercurio.
- Desecador
- Termómetro
- Cápsulas de porcelana
- Pipeta

Lo primero que se debe realizar será por duplicado, colocando la muestra del material en el picnómetro evitando pérdidas posibles, seguido se elimina el aire que quedó atrapado, se dejará hervir a baja temperatura durante 10 minutos y por último se llena el picnómetro con agua destilada revisando que la parte externa se encuentre limpia y seca, se tomará en cuenta la temperatura, densidad relativa del agua y factor de corrección K [37].

La fórmula utilizada será:

$$G = \frac{Me}{Me+(Ma-Mb)} \text{ a temperatura } Tx \quad (1)$$

Donde:

G: Peso específico relativo de las partículas solidad

Me: Masa de la muestra de suelo seco al horno

Ma: Masa de picnómetro lleno de agua a la temperatura Tx

Mb: Masa de picnómetro lleno con agua y suelo a la temperatura Tx



Fig. 16. Peso de la muestra seca



Fig. 17. Peso de la fiola



Fig. 18. Fiola con muestra seca



Fig. 21. Muestra después de la bomba al vacío

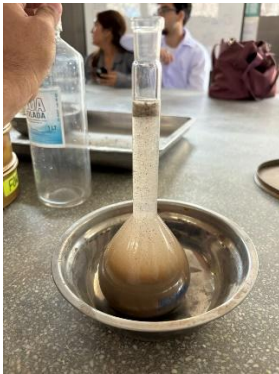


Fig. 19. Fiola con muestra seca y agua



Fig. 22. Peso de la muestra con fiola después de limpiar impurezas



Fig. 20. Fiola con muestra en bomba de vacío



Fig. 23. Muestra sin impurezas

Ensayo de Contenido de Humedad

Para este ensayo nos vamos a guiar de la NTP 339.127, que tiene como fin la de determinación de humedad del suelo, expresando en porcentajes el peso del agua que se encuentre en el suelo, con respecto al peso de las partículas sólidas [28].

Se utilizarán los siguientes instrumentos:

- Horno: Servirá para aumentar la temperatura de 110 ± 5 C° de manera controlada

- Balanza: Para tomar el peso de muestras con exactitudes de 0.01g para muestras menores a 200g y de 0.1g a muestras mayores de 200g.
- Recipiente: Para mantener la muestra fuera o dentro de horno, debe ser inoxidable y resistencia a los cambios de temperatura.

Primero se tomó de la masa en un recipiente seco y limpio, se considerará una muestra de la masa del recipiente para determinar el peso junto a la muestra con su humedad, acabado esto se llevará al horno para secar la muestra a temperatura de 110 a ± 5 C y se dejará 24 horas, y por último se retira del horno y se espera que el recipiente enfrié para poder pesarlo [28].

La fórmula utilizar será:

$$w = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo seco al horno}} \times 100 \quad (2)$$

Donde:

w: Contenido de porcentaje

TABLA XVII
RELACIÓN T Y K [26]

Temperatura °C	Densidad relativa del agua (g/ml)	Factor de corrección K
18	0,9986244	1,0004
19	0,9984347	1,0002
20	0,9982343	0,9998
21	0,9980233	0,9998
22	0,9978019	0,9996
23	0,9975702	0,9993
24	0,9973286	0,9991
25	0,9970770	0,9988
26	0,9968156	0,9986
27	0,9965451	0,9983
28	0,9962652	0,998
29	0,9959761	0,9977
30	0,9956780	0,9974



Fig. 24. Peso de la tara



Fig. 25. Peso de la muestra húmeda



Fig. 26. Peso de la muestra seca después de 24 horas en el horno

Ensayo de Granulometría

Para este ensayo seguiremos la NTP 339.128, la cual tiene como fin analizar la muestra a través de un tamizado para clasificar las partículas del suelo dependiendo de su tamaño [29].

Los instrumentos para utilizar serán:

- Balanza: Para tomar el peso de muestras con exactitudes de 0.01g para muestras menores a 200g y de 0.1g a muestras mayores de 200g.
- Agitador: Existen dos tipos, el primero que es un aparato mecánico eléctrico y el segundo un vaso de dispersión por chorro de aire.
- Densímetro: Normado por el ASTM y deberá estar graduados
- Probeta de sedimentación: Un cilindro de vidrio con 457 mm de altura y de un diámetro de 63.5mm.
- Termómetro: Aproximada medida entre $\pm 5C^{\circ}$.
- Tamices: Una serie de secciones de mallas cuadradas las cuales cumplirán con la ASTM E11
- Baño de temperatura: Se podría necesitar cuando el ambiente su temperatura no es controlada y se debe de mantener cercana a $20 C^{\circ}$.
- Vaso de precipitación: Debe ser de material resistente con 250cm³ de capacidad.
- Cronometro: Controlar el tiempo.
- Agente dispersante: Se utiliza una solución de hexametafosfato de sodio con adición de agua destilada con un pH dentro del margen de 8 y 9.

TABLA XVIII
MEDIDAS – ASTM [28]

TAMICES	DESIGNACIÓN ASTM
75,0 mm	(3 pulg)
50,0 mm	(2 pulg)
35,5 mm	(1.5 pulg)
25,0 mm	(1 pulg)
19,0 mm	(3/4 pulg)
9,5 mm	(3/8 pulg)
4,75 mm	N°4
2,00 mm	N°10
850 um	N°20
42,5 um	N°40
250 um	N°60
106 um	N°140
75 um	N°200

Primero, se prepara la muestra siguiendo las pautas establecidas en la norma NTP 339.090. Se peso la muestra a utilizar que fue de 800 gramos, luego se dejó remojar por 24 horas y se procedió a lavar por el tamiz N°200.



Fig. 27. Peso de la muestra pasada por los tamices



Fig. 28. Muestra húmeda para reposar por 24 horas



Fig. 29. Lavar muestra por el tamiz N°200

Procedente a eso se secó en el horno por 24 horas y la porción retenida se separó utilizando tamices de diferentes tamaños: 4, 10, 20, 50, 100 y 200. Este proceso implica movimientos laterales y verticales, ya sea manualmente o con maquinaria.



Fig. 30. Tamices para granulometría



Fig. 31. Tamizado



Fig. 32. Peso retenido por el tamiz N°10



Fig. 33. Peso retenido por el tamiz N°20



Fig. 34. Peso retenido por el tamiz N°40



Fig. 35. Peso retenido por el tamiz N°50



Fig. 36. Peso retenido por el tamiz N°100



Fig. 37. Peso retenido por el tamiz N°20

Posteriormente, se realiza un análisis hidrométrico para la fracción que pasa por el tamiz No. 10. Se utiliza un densímetro de suelos, verificando la temperatura para garantizar resultados precisos. Este procedimiento requiere un agitador y la adición gradual de agua a una probeta hasta alcanzar un volumen total de 1000 ml. Se emplea la mano como tapón para rotar la muestra. Finalmente, se lleva a cabo un análisis por tamizado, donde la suspensión obtenida se incorpora a un tamiz No. 200 después de obtener datos precisos mediante el densímetro y el termómetro [29].

Las fórmulas por utilizar serán:

Materiales más gruesos que el tamiz N°10 – 2.00mm:

$$P = \frac{m}{ms} \times 100 \quad (3)$$

Determinación de la masa que pasa por el tamiz N°10 – 2.00mm:

$$M = Mi - Mt \quad (4)$$

Determinar el porcentaje acumulado que pasa por cada tamiz:

$$PA = \frac{MT}{MTM} \times 10 \quad (5)$$



Fig. 38. Materiales para utilizar para Hidrometría



Fig. 39. Hexametáfosfato de sodio



Fig. 40. Tamizado de muestra por el N°10



Fig. 41. Peso de muestra para ensayo de Hidrometría



Fig. 42. Peso del recipiente de vidrio



Fig. 43. Se agita la mezcla por 5 minutos



Fig. 44. Una probeta con agua destilada y otra con agua destilada y mezcla



Fig. 45. Introducción del densímetro para el ensayo



Fig. 46. Peso de la muestra húmeda pasada por el tamiz N°200



Fig. 47. Peso de la muestra seco

Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad

Este ensayo tiene como normativa NTP 339.129 de suelos, este se realiza con el objetivo de determinar el límite plástico, líquido e índice de plasticidad de la muestra analizada para que se pueda clasificar [30].

Los instrumentos para utilizar serán:

- Copa de casa grande
- Acanalador: Instrumento de metal no corrosible
- Calibre: Regula la altura de caída de la copa hecho de metal
- Contenedores: Recipientes con tapas donde se puede mantener las muestras con sus contenidos de humedad.
- Hornos: Servirá para aumentar la temperatura de 110 a ± 5 C° de manera controlada
- Balanza

- Contenedor para almacenaje
- Placa de vidrio pulido
- Tamiz
- Frasco lavado
- Espátula



Fig. 48. Ensayo de limites



Fig. 49. Copa de casa grande

Limite Liquido:

En el procedimiento de este ensayo se debe considerar una parte de la muestra del suelo en la copa de casa grande, esparciendo todo el material por toda la base presionándola con una profundidad aproximadamente de 10mm, se utilizará el acanalador para dividir la muestra separando por la mitad, trazando un arco, luego se trabajará con velocidad de 1.9 a 2.1 golpes por segundo.

Después se verifica que no se haya cerrado antes de tiempo la parte donde se realizó la división se deberá registrar el número de golpes que se utilizaran para cerrar, tomando una parte del suelo para cubrirla, después se la añadirá agua destilada para mejorar su humedad y asimismo el número de golpes, el procedimiento se deberá repetir, normalmente se necesitan de 25 a 35 golpes para un cierre de la brecha, de 20 y 30 golpes y de 15 a 25 golpes, considerando la humedad de muestra.

Este ensayo representa la relación entre la humedad de la muestra obtenida y la cantidad de golpes utilizados, que se representara en un gráfico semilogarítmico trazando una línea recta que pase por los puntos graficados en él.



Fig. 50. Realización de la muestra



Fig. 51. Colocación de la muestra en copa de casa grande



Fig. 52. Realización de la brecha

Primer Punto:



Fig. 53. Peso de la tara del primer punto



Fig. 54. Peso de la muestra húmeda del primer punto



Fig. 55. Peso de la muestra seca del primer punto

Segundo Punto:



Fig. 56. Peso de la tara del segundo punto



Fig. 57. Peso de la muestra húmeda del segundo punto



Fig. 58. Peso de la muestra seca del segundo punto

Tercer Punto:



Fig. 59. Peso de la tara del tercer punto



Fig. 60. Peso de la muestra húmeda del tercer punto



Fig. 61. Peso de la muestra seca del tercer punto

Límite Plástico:

Primero se considerará una porción de 1.5 a 2g de la masa de 20g enrollando entre la palma y la placa de vidrio alcanzando un diámetro de 3.2 mm con un máximo de tiempo de 2 minutos de acuerdo con el tipo de suelo se considera la presión de la mano.

Luego cuando el diámetro de la muestra alcance los 3.2 mm se romperá en varios pedazos para luego reunirlos en una sola porción y moldearla entre los dedos, se realizará este procedimiento hasta que la muestra no tenga rastros de fisuras.



Fig. 62. Peso de la tara para Límite Plástico



Fig. 63. Peso de la muestra húmeda para Límite Plástico



Fig. 64. Peso de la muestra seca para Límite Plástico

Se deberá calcular el promedio de dos muestras de contenido de humedad respetando las diferencias entre ambos y si no se encuentra se debe realizar el ensayo hasta que se pueda verificar en la tabla.

TABLA XIX
ESTIMACIÓN DE PRECISIÓN [29]

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango Aceptable entre los dos resultados
Precisión de un operador simple		
Límite Líquido	0,8	2,4
Límite Plástico	0,9	2,6
Precisión Multilaboratorio:		
Límite Líquido	3,5	9,9
Límite Plástico	3,7	10,6

Índice de Plasticidad:

$$LL - LP = IP \quad (6)$$

Donde:

$LL =$ Límite Líquido

$LP =$ Límite Plástico

$IP =$ Índice de Plasticidad

Método para la clasificación unificada de suelos

Este método se guía de la NTP 339.134, en el cual el sistema de clasificación SUCS se encargade indicar el tipo de partí culas de los suelos, si son finos o gruesos, tomando en cuenta como referencia el tamiz N° 200. Se clasifica los suelos a nivel internacional la cual ayuda a definir el tipo de suelo y dar a conocer el óptimo para cada trabajo necesario, lo cual nos ayudara a trabajar de acuerdo con las necesidades [31].

Ensayos de propiedades físicas

Ensayo de absorción

Según la NTP 399.613, para realizar este ensayo se necesitarán de los siguientes materiales; para determinar el peso será en balanza la cual deberá contar con una capacidad no menor a 2000 gr, un recipiente [34] y se seleccionarán 10 unidades de bloques por cada tipo de dosificación, para este ensayo se realizó pruebas se sumersión de 7 y 5 minutos y se pesaran en los 5 minutos consecuentes de haber sido retirados del agua, así mismo si existió perdida de material se pesara el material sobrante en el recipiente.

Se calcula la absorción con una aproximación al 0.1 % con la siguiente formula:

$$Absorción (\%) = \frac{100(W^s - W^d)}{W^d} [34] \quad (7)$$

Donde:

W^d = Peso seco de la muestra

W^s = Peso de la muestra saturada, después
de la sumerion en agua fría



Fig. 65. Peso seco muestra



Fig. 66. Inmersión de muestras para ensayo de absorción

Absorción en patrones



Fig. 67. Pesos secos de muestras patrones, 1% 2 y 2.5% antes de la sumerion para ensayo de absorción



Fig. 68. Sumersión total del adobe



Fig. 69. Se retira después de tiempo estimado



Fig. 70. Peso de las muestras patrón, 1%,2%, y 2.5% después del tiempo de sumersión para el ensayo de absorción

Ensayo de permeabilidad

En la norma técnica peruana 399.613, los resultados de este ensayo se verán con la absorción máxima de las unidades de albañilería, midiendo la cantidad de agua que puede contener una unidad saturada, se utilizarán las mismas muestras que en ensayo de absorción [34].



Fig. 71. Segunda prueba de sumersión para el adobe



Fig. 72. Peso del material que se queda en el agua



Fig. 73. Sumersión del adobe por 2da vez

Ensayo de succión

Ensayo de succión o conocido como periodo inicial de absorción, se realiza para la medición del ascenso capilar en el adobe, en este método utilizaremos los siguientes instrumentos como bandejas para agua, las cuales no deberán tener una profundidad no menor de 25mm, de largo y ancho que su superficie de agua no sea menos de 2000cm², también se necesitara un calibrador en milímetros, una balanza de capacidad de más de 5000gr y cronómetro, la cantidad de muestras a utilizar serán de 10 unidades.

La bandeja se sitúa sobre una superficie nivelada y limpia, manteniendo el nivel del agua en la bandeja a $3 \text{ mm} \pm 0.25 \text{ mm}$ sobre los soportes mediante una adición continua de agua. A continuación, se coloca la muestra sobre los soportes durante un minuto, manteniendo constante el nivel de agua durante ese periodo de 60 segundos. Una vez finalizado, se retira la muestra y se seca su superficie con un paño húmedo. Para pesar nuevamente la muestra, se debe secar el

agua superficial en un lapso no mayor a 10 segundos tras retirarla y proceder al pesaje dentro de los siguientes 2 minutos. Por último, se determina la succión calculando la diferencia de peso entre el estado inicial y final del espécimen [34].

Se calculará la succión con la siguiente fórmula:

$$X = \left(\frac{200W}{LB} \right) \quad (8)$$

Donde:

X: Diferencia de pesos corregidos (sobre una base de 200 cm)

W: Diferencia de pesos del del adobe (gr.)

L: Longitud de adobe (cm.)

B: Ancho de adobe (cm.).



Fig. 74. Ensayo de succión en muestra patrón



Fig. 76. Ensayo de succión en muestra con adición de 2%



Fig. 75. Ensayo de succión en muestra con adición de 1%



Fig. 77. Ensayo de succión en muestra con adición de 2.5%

Ensayo de alabeo

En la NTP 399.613, en este ensayo usaremos las 10 muestras con las diferentes dosificaciones realizadas para los ensayos mecánicos antes de llevarlos a cabo, en los materiales a usar una regla graduada con divisiones de 1mm y de medición de 60mm, una brocha o escobilla con cerdas suaves.

Para llevarlo a cabo este ensayo con la brocha se limpiará el polvo adherido a las muestras, se colocará la regla metálica de forma longitudinal o transversal al largo de la superficie adoptando la ubicación que desvié en mayor medida a una línea recta y se usar la regla o cuña para medir la distancia con aproximación de 1mm y registrar la distorsión cóncava de la superficie [34]

Ensayo de variación dimensional

Se utilizará regla de acero graduada de 30 cm para medir los bloques de tierra reforzada, se van a medir 10 muestras, las cuales incluirán rangos de color y tamaño [38].

Se calculará la variación dimensional de los tres lados del bloque con las siguiente formula:

VDL (%): Variación de dimensión: Largo

$$VDL (\%) = \left(\frac{LP(cm)}{30} - 1 \right) \times 100 \quad (9)$$

VDA (%): Variación de dimensión: Ancho

$$VDA (\%) = \left(\frac{AP(cm)}{30} - 1 \right) \times 100 \quad (10)$$

VDH (%): Variación de dimensión: Alto

$$VDH (\%) = \left(\frac{HP(cm)}{30} - 1 \right) \times 100 \quad (11)$$



Fig. 78. Medición de largo y ancho del bloque de tierra reforzada

Ensayo de conductividad térmica

Tiene como norma Asociación Americana de Ensayo de Materiales ASTM C177-13

Para este ensayo se emplearán un multímetro digital UT-33C UNI-T , termómetro digital con termocupla tipo K-TM-902 (sensores de temperatura digital con un rango de medición desde -50°C hasta 1300°C), reguladores de voltaje alterno para controlar la temperatura de la placa de aluminio y un vernier graduado en divisiones de 0.5 mm

Se elaborará una caja hermética de poliestireno expandido conocido como Tecnopor para alberga la muestra a ensayar y dos placas de aluminio con espesor de 2mm. Una de estas placas se calienta mediante la energía eléctrica suministrada a la resistencia que contiene en su interior, en cumplimiento con la norma ASTM C177-13 y la otra placa será la fría, en la caja se llevarán a cabo las mediciones de temperatura.



Fig. 79. Caja hermética de poliestireno

El primer paso consistirá en medir las dimensiones de las unidades a ensayar: largo, ancho y altura. Estos valores se registrarán en las fichas correspondientes. Utilizando el multímetro, se procederá a medir la resistencia de la placa calefactora y a calibrar el voltaje en el regulador

(V = 38 voltios), ajustándolo para alcanzar una potencia de 30 watt, de acuerdo con la normativa estadounidense en la placa calefactora [36].

La fórmula para usar será:

$$\lambda = \frac{Pot * L}{A[T(caliente) - T(fría)]} \quad (12)$$

Donde:

λ = Coeficiente de conductividad térmica (W/(m.°K), J/(s. m. °K))

Pot = Potencia o flujo de calor total a través de la pared (W, Joule/s)

L = Espesor que atraviesa el calor (m)

A = Área por donde se suministra la placa caliente (m²)

T(caliente) = Temperatura de la placa caliente (°K)

T(fría) = Temperatura de la placa fría (°K)

En el acondicionamiento del equipo a utilizar para la evaluación de la conductividad térmica, la cual se medirá basándose en la norma ASTM C 177-13, esta describe el método de la placa caliente para realizar mediciones de flujo de calor con el fin de obtener el coeficiente de conductividad térmica. Para asegurar la precisión en el ensayo, es importante aislar las unidades de la temperatura ambiente y así evitar que factores externos influyan en los resultados. Para lograrlo, se empleará un material aislante como el tecnopor, que protegerá las unidades de posibles variaciones de temperatura ambiental. Las unidades de prueba se organizarán dentro del compartimiento en un orden específico: primero, se ubicará la placa caliente; luego, la muestra que se evaluará; y, finalmente, la placa fría de aluminio [36].



Fig. 80. Adecuación del equipo empleado para evaluar la conductividad térmica

Luego, se procederá a incrementar gradualmente la temperatura de la placa caliente, permitiendo que el calor se transmita hacia la unidad en evaluación. A medida que transcurre

el tiempo, se notará un incremento en las lecturas de los sensores ubicados en la placa fría de aluminio. En este momento, se registrarán las lecturas obtenidas de los sensores. Estos datos serán posteriormente utilizados para calcular el coeficiente de conductividad térmica " λ " [36].

El sistema de calefacción de la unidad incluye una placa de aluminio equipada con una resistencia, lo que permite su calentamiento a través del suministro de energía eléctrica. Según la norma ASTM C177-13, se recomienda utilizar una placa metálica de aluminio, ya que este material posee una alta conductividad térmica y una gran sensibilidad al calor, la placa estará provista de un resistor conectado a una fuente voltaje altera y regulable, la cual permitirá la transmisión eficiente del calor.



Fig. 81. Placa fría



Fig. 82. Placa caliente con su fuente de voltaje

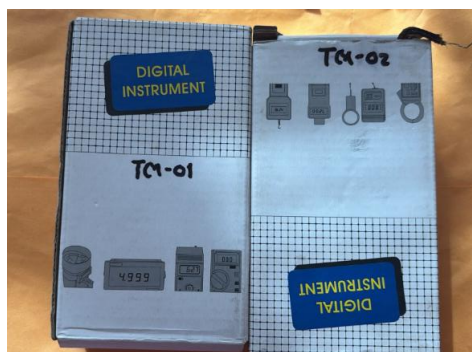


Fig. 83. Termómetro digital con termocupla tipo K-TM-902

Para clasificar el tipo de material se tomará en consideración los parámetros de conductividad térmica obteniéndose así aislantes térmicos pobre, moderados y buenos.

TABLA XX
PARAMETROS DE LOS MATERIALES CON BUENOS, MODERADOS O POBRES AISLANTES TÉRMICOS [39]

TIPO DE MATERIAL	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA W/(m.°K)
BUENOS AISLANTES	0.043-0.288
MODERADOS AISLANTES	0.288-0.721
POBRES AISLANTES	Mayores a 0.721



Fig. 84. Ensayo de conductividad térmica

Ensayos para propiedades mecánicas

Ensayo de la resistencia a la compresión

Se van a utilizar 06 muestras secas y enfriadas, con dimensiones de 10x10x10 cm, en este ensayo la carga se aplicará en perpendicular, la resistencia se calculará de acuerdo con $f_o = 1.0 \text{ MPa} = 10.2 \text{ kgf/cm}^2$, se tomarán las mejor 04 muestras de los 06 cubos [21].

Se va a calcular la resistencia a la compresión con la siguiente formula:

$$C = \frac{W}{A} \quad (13)$$

Donde:

C = Resistencia ala compresión de la muestra

W = Máxima carga indicada por la máquina

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto



Fig. 85. Ensayo de resistencia a la compresión



Fig. 86. Fisuración en cubos

Ensayo de la resistencia a la tracción

La resistencia se va a medir en cilindros de 6" de diámetro y 12" de largo, en este ensayo la resistencia última es de $0.80\text{MPa} = 0.81\text{kgf/cm}^2$ estas muestras deberán presentar entre 20% a 25% de humedad inicial para el control de los bloques y ser secados cubiertos por 28 días, al igual que la compresión se deberá tomar las 04 mejores muestras de las 06, que cumplan siendo igual o mayor a la resistencia dicha anteriormente [21].

Se va a calcular la resistencia a la tracción con la siguiente formula:

$$F = \frac{2P}{\pi DL} \quad (14)$$

Donde:

F: Resistencia última

P: Carga aplicada máxima

D: Diámetro de probeta cilíndrica

L: Altura o longitud de la probeta cilíndrica



Fig. 87. Ensayo de resistencia a la tracción en cilindro



Fig. 88. Fisuración

Ensayo de la resistencia a la flexión (módulo de rotura)

La resistencia a la flexión se va a determinar mediante el esfuerzo que experimenta el bloque de tierra reforzada en la cara longitudinal recibiendo una carga, hasta que el espécimen llegue a un punto de rotura, el cual se tomará el valor de la carga máxima aplicada, la velocidad del ensayo no excedió los 8900 N/m [34]

Se calcula tracción con la siguiente formula:

$$S = 3W * \frac{\left(\frac{1}{2}-X\right)}{bd^2} [34] \quad (15)$$

Donde:

S : Módulo de rotura del adobe (Kg/cm^2)

W : Máxima carga aplicada en máquina de prueba (Kg)

l : Distancia entre apoyos (cm)

b : Ancho neto del adobe (cm)



Fig. 89. Ensayo a la resistencia a la flexión



Fig. 90. Rotura



Fig. 91. Muestras rotas por flexión

Ensayo de resistencia del mortero a la tracción

En este ensayo se pondrá a resistencia el mortero entre dos adobes, el cual será sometido de manera similar al ensayo de tracción o brasileño, deberá presentar una resistencia ultima igual o mayor a $0.012 MPa = 0.12 kgf/cm^2$, se realizará el promedio de las cuatro mejores muestras [21].

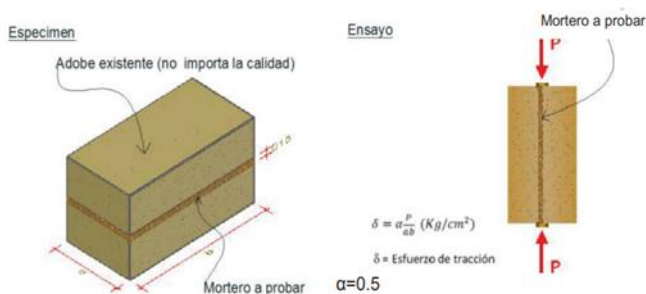


Fig. 92. Resistencia del mortero a la tracción [20]

$$\delta = \alpha \frac{P}{ab} [21] \quad (16)$$

$\delta = \text{Esfuerzo a tracción} ; \alpha = 0.5$



Fig. 93. Muestras de Mortero a tracción



Fig. 95. Ensayo de mortero a tracción



Fig. 94. Rotura del mortero



Ensayo de la resistencia de muretes a la compresión

Se tomarán en total 12 muestras en las cuales serán 06 de muestra patrón y 06 con la mejor dosificación de los ensayos anteriores, cada murete de muestra estará formado por 7 bloques de tierra reforzada con las dimensiones de 16 x 8 x 8 cm, su resistencia ultima es de $0.6\text{MPa} = 6.12 \text{ kg f/cm}^2$, al igual que en los ensayos anteriores se deberán tomar los 04 resultados de resistencia sea igual o mayor a la indicada [21].

Para colocar el murete en la máquina de ensayo deberemos tener limpias las placas de apoyo, las caras de carga de los platos de la máquina y el murete de muestra. Luego se colocará el murete sobre el plato de carga inferior, dejando alineados los ejes de la muestra, mientras se acerca el plato superior esférico hasta apoyarse sobre el prisma.

En este tipo de prismas de muestras de albañilería, la carga aplicada será de un cuarto de la carga esperada. Se aplicará la carga en no menos de 2 minutos y no más de 4 min [33].

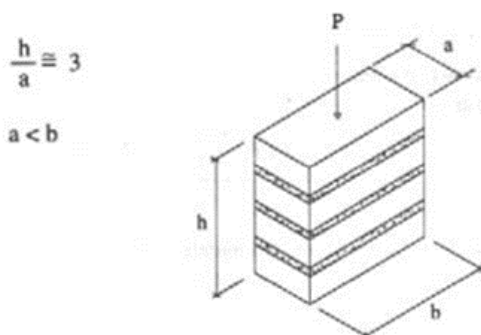


Fig. 96. Resistencia de pilas a la compresión [20]

$$f_m = 0.40 f'_m \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) \quad [21] \quad (17)$$



Fig. 97. Ensayo de resistencia a la compresión en pilas



Fig. 98. Pila después del ensayo

Ensayo de la resistencia del murete a la compresión diagonal o tracción indirecta

Las muestras vienen siendo las mismas que en el ensayo anterior un total de 12, con las mismas dimensiones del bloque, pero aquí cada murete estará conformado por 18 bloques de medidas de 20 x 10 x 9 cm.

Su resistencia ultima es de $0.025 \text{ MPa} = 0.25 \text{ kg f/cm}^2$, el mismo caso que en los anteriores se tomara las 04 mejores muestras que sean igual o mayor a la carga ultima[21].

La muestra se asentará posicionada en el centro y a plomo sobre su refrentado de yeso, se utilizará compresómetros y extensómetros, y se utilizará micrómetros de dial para registrar las longitudes[35].

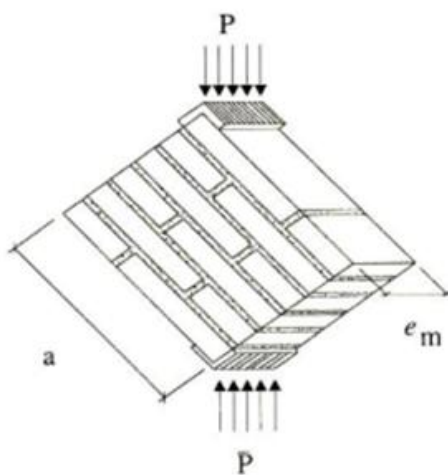


Fig. 99. Resistencia de muretes a la compresión indirecta [20]

Esfuerzo admisible de corte del murete:

$$V_m = 0.4 f' t [21] \quad (18)$$

Esfuerzo último a compresión diagonal del murete de adobe:

$$f' t = \frac{P}{2a e_m} [21] \quad (19)$$

Donde:

P = Carga aplicada al murete de adobe

A = Ancho del murete de adobe

E_m = Espesor del adobe



Fig. 100. Ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes

Criterio de selección

Para la selección de la cantidad de muestras se desarrolló de acuerdo con lo dicho en la Norma E.080 de tierra reforzada, en la cual se nos indica la cantidad de muestras mínimas que se deberá tomar por dosificación de agregado.

Para la presente investigación se diseñarán diferentes medidas de las muestras para los diferentes ensayos de laboratorio, conforme a lo establecido en las normas y antecedentes estudiados, las cuales serán las siguientes:

- Ensayos físicos: Muestras de 28 x 14 x 8 cm.
- Ensayo de aislamiento térmico: Muestras de 20 x 10 x 9 cm.
- Ensayo de resistencia a compresión: Muestras de 10 x10 x10m.
- Ensayo de resistencia a tracción: Muestras cilíndricas de 6” de diámetro x 12” de largo.
- Ensayo de resistencia a la flexión (Modulo de rotura): Muestras de 28 x 14 x 8 cm.
- Ensayo de residencia de compresión de pilas: Muestras de 16 x 8x 8 cm.
- Ensayo de resistencia de compresión diagonal a murete: Muestras de 20 x 10 x 9 cm.

Se tendrá en cuenta c el lugar de aplicación y fabricación de las unidades de tierra reforzada con el análisis de la muestra del Distrito de Chiclayo, la cual fue evaluada en los diferentes ensayos realizados.



Fig. 101. Muestras patrón secando a los 15 días

Resultados y discusión

Resultados

Caracterización de las plumas

Ensayos físicos

TABLA XXI
ENSAYOS FISICOS REALIZADOS A LAS PLUMAS

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS
Densidad	gr/cm ³	0.104
Humedad	%	7.75
Proteínas	%	41.26
Grasas	%	5.22
Cenizas	%	4.11
Materia Orgánica	%	0.8583
Materia Fácilmente Oxidable	%	0.0039
Carbono	%	0.0071

En “TABLA XX” se muestran los ensayos físicos de las plumas y determinó que tiene como densidad 0.104 gr/cmm³, contiene humedad 7.755, materia orgánica 0.8583%. carbono 0.0071%, cenizas 4.111% y materia fácilmente oxidable 0.039%.

Ensayos químicos

TABLA XXII
ENSAYO QUÍMICO: MACROMINERALES

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS
Calcio	%	0.24
Magnesio	%	0.21
Fosforo	%	0.62
Sodio	%	0.15
Potasio	%	0.20

TABLA XXIII
ENSAYOS QUÍMICO: MICRO MINERALES

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS
Cobre	Cu mg/Kg	11
Hierro	Fe mg/Kg	243
Manganeso	Mn mg/Kg	14
Zinc	Zn mg/Kg	115

Según las “TABLA XXI” y “TABLA XXII” los ensayos químicos se dividen en micro minerales los cuales dieron los siguientes resultados mostrados en, para los macrominerales nos da el calcio en 0.24%, magnesio en 0.21%, fosforo 0.32, sodio en 0.15 y potasio en 0.20 y en micro minerales que se obtiene como resultados presencia de cobre, hierro, manganeso y zinc.

Resultados de los ensayos In Situ del suelo para la fabricación de adobes

Prueba de cinta de barro

Se muestra los resultados de la aplicación de la prueba de cinta de barro de la selección del suelo, ya que al ser descolgado el rollo alcanzo una longitud de 21 cm, lo cual viene a dar resultados de un suelo arcilloso.

TABLA XXIV
ENSAYO IN SITU PARA SELECCIÓN DE SUELO - CINTA DE BARRO

ENSAYO IN SITU PARA LA SELECCIÓN DE SUELO	
Prueba de cinta de barro	
Muestra 1 - Distrito de Chiclayo	
El rollo alcanza una longitud de 10 cm.	NO
El rollo alcanza entre 20 cm - 25 cm	SI
El rollo alcanza una longitud mayor a 25 cm	NO

Prueba de Resistencia seca o Presencia de arcilla

Los resultados de esta prueba fueron que el suelo elegido fue apto para la elaboración de las muestras, ya que después de dejar cerca 48 horas, las 04 bolitas ninguna de ellas se rompió o agrietaron.

TABLA XXV
ENSAYO IN SITU PARA SELECCIÓN DE SUELO

ENSAYO IN SITU PARA LA SELECCIÓN DE SUELO	
Prueba de resistencia seca o presencia de arcilla	
Muestra 1 - Distrito de Chiclayo	
Se rompe y/o agrieta al menos 1 bolita	NO
No se rompe, ni se agrieta ninguna bolita	SI

Resultados de los ensayos de laboratorio

Ensayo de peso específico

TABLA XXVI
RESULTADO DE PESO ESPECÍFICO

ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO		C-01
1. N° de fiola		F-2
2. Peso de la fiola		g. 89.88
3. Peso de la muestra de suelo - seco		g. 50.0
4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiola	(2+3)	g. 139.9
5. Peso de la muestra + Fiola + agua		g. 367.4
6. Peso de la fiola + peso de agua		g. 336.5
7. Peso específico relativo de sólidos (G _s)	(3) / ((3+6)-5)	g/cm ³ 2.618

El resultado del ensayo nos arrojó que el peso específico o gravedad específica es de 2.618 g/cm³.

Ensayo de contenido de humedad

TABLA XXVII
RESULTADO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD	
1.-Peso de la muestra húmeda	1751.69 gr
2.-Peso de la muestra seca	1640.00 gr
3.-Peso de la tara	100.93 gr
3.-Contenido humedad	7.3 %

Se puede observar que el porcentaje del contenido de humedad que nos dio el ensayo fue de 7.3%

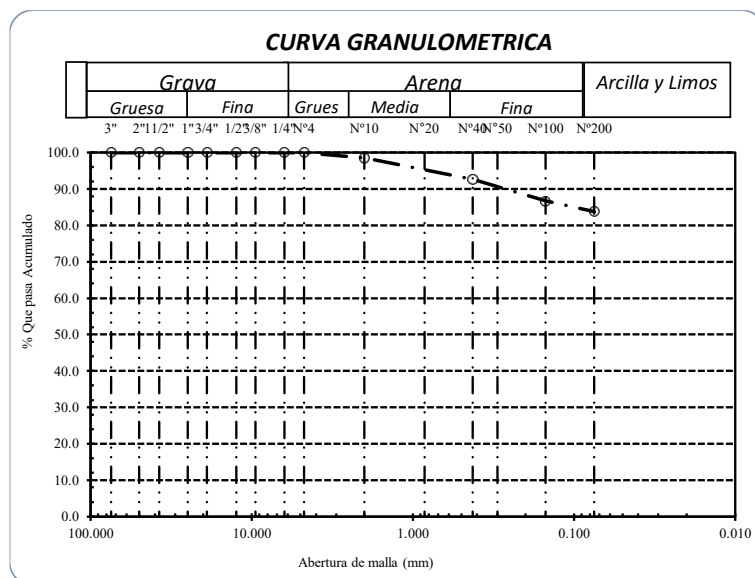
Ensayo de granulometría por tamizado

TABLA XXVIII
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

<i>Análisis Granulométrico por tamizado</i>			
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
Nº 4	4.750	0.0	100.0
Nº 10	2.000	1.4	98.6
Nº 20	0.850	2.0	98.0
Nº 40	0.425	7.4	92.6
Nº 50	0.300	10.4	89.6
Nº 100	0.150	13.3	86.7
Nº 200	0.075	16.2	83.8
<i>Distribución granulométrica</i>			
% Grava	G.G. %	0.0	0
	G. F %	0.0	
	A.G %	1.4	
% Arena	A.M %	6.0	16.2
	A.F %	8.8	
	% Arcilla y Limo	83.8	
Total			100.0

TABLA XXIX
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

PESO TOTAL	:	800.00	g.
PESO LAVADO	:	129.38	g.
PESO FINO	:	800.00	g.
LIMITE LIQUIDO	:	38.0	%
LIMITE PLASTICO	:	18.69	%
INDICE PLASTICIDAD	:	19.31	%
CLASF. AASHTO	:	A-6 (12)	
CLASF. SUCS	:	CL	
DESCRIPCIÓN DEL SUELO :			
<i>Arcilla de baja plasticidad con arena</i>			
Ensayo Malla Nº200	P.S.Seco	P.S.Lav	(%) 200
	800	129	83.8
% HUMEDAD	P.S.H	P.S.S.	(%) Hum.
	1751.7	1640	7.3
MODULO DE FINEZA		0.345	
Coef. Uniformidad		1.1	
Coef. Curvatura		1.1	



Gráfica 1. Curva granulométrica

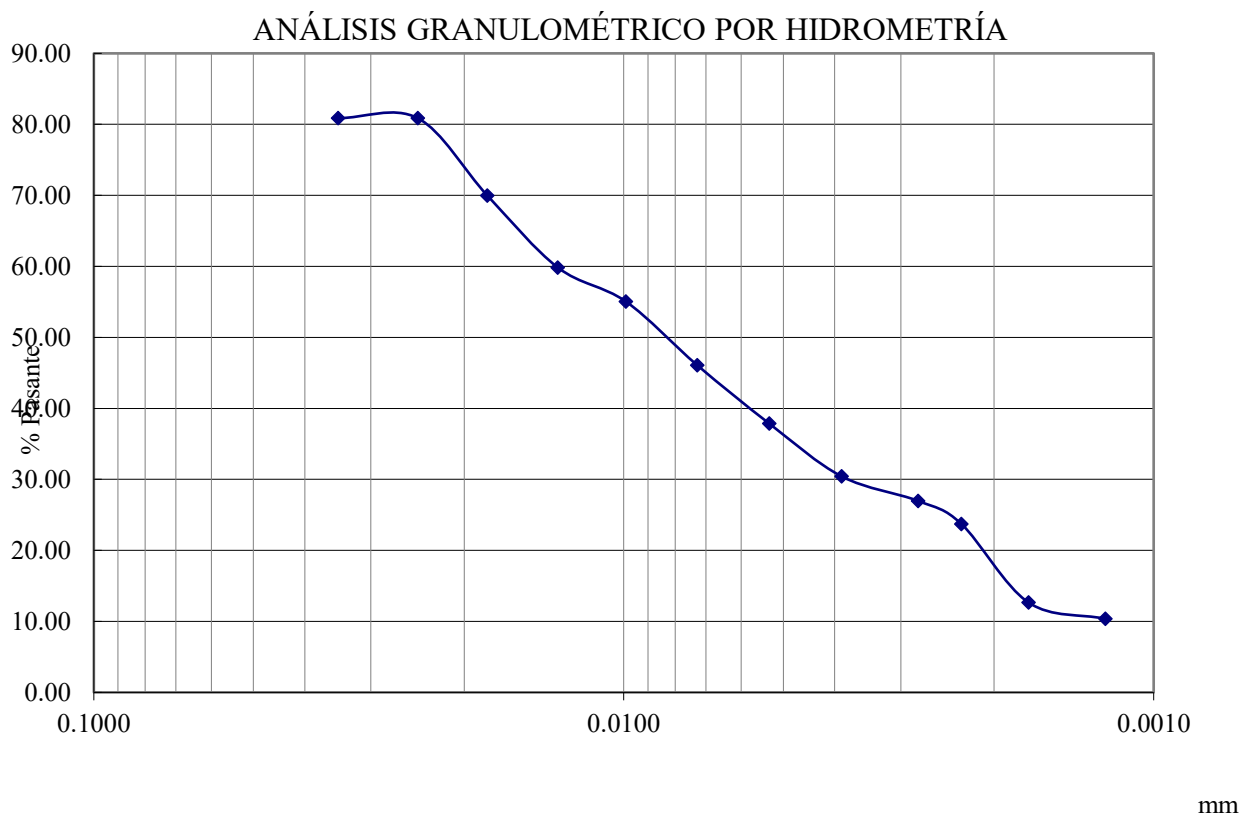
Dio como resultados que se retuvo 83.8% de arcilla y limo y la curva granulométrica de la muestra analizada se encuentra dentro de los límites granulométricos permitidos para la elaboración de las muestras.

Ensayo de granulometría por hidrometría

TABLA XXX
ENSAYO DE GRANUMETRÍA POR HIDROMETRÍA

HIDROMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	NaPO3	CONCENTRACION	0,05 N								
COORECCION POR DEFLOCLANTE Cd		8	CORRECCION POR MENISCO .Cm										
VOLUMEN DEL HIDROMETRO		Ws, gr.	50	Gs:	2.618								
1000 cm ³		a=	1.007										
FECHA	HORA	TIEMPO (min)	R'M	T °c	CT	RHC	WD1 %	R'H+CM	L(cm)	L/t (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
6/05/2024	11:15	1	28.00	25.0	272.1	292.11	588.58	28.1	7.12	7.12	0.0130	0.0346	80.87
6/05/2024	11:17	2	28.00	25.0	272.1	292.11	588.58	28.1	7.12	3.56	0.0130	0.0245	80.87
6/05/2024	11:19	4	26.00	25.0	234.7	252.74	509.26	26.1	7.78	1.94	0.0130	0.0181	69.97
6/05/2024	11:23	8	24.00	25.0	200.1	216.14	435.51	24.1	8.43	1.05	0.0130	0.0133	59.84
6/05/2024	11:30	15	23.00	25.0	183.9	198.88	400.73	23.1	8.76	0.58	0.0130	0.0099	55.06
6/05/2024	11:45	30	21.00	25.0	153.4	166.43	335.35	21.1	9.41	0.31	0.0130	0.0073	46.08
6/05/2024	12:15	60	19.00	25.0	125.8	136.75	275.55	19.1	10.07	0.17	0.0130	0.0053	37.86
6/05/2024	13:15	120	17.00	25.0	100.8	109.84	221.32	17.1	10.72	0.09	0.0130	0.0039	30.41
6/05/2024	15:15	240	16.00	25.0	89.4	97.42	196.30	16.1	11.05	0.05	0.0130	0.0028	26.97
6/05/2024	17:15	360	15.00	25.0	78.7	85.70	172.67	15.1	11.38	0.03	0.0130	0.0023	23.73
6/05/2024	23:15	720	11.00	25.0	42.7	45.71	92.11	11.1	12.69	0.02	0.0130	0.0017	12.66
7/05/2024	11:15	1440	10.00	25.0	35.4	37.45	75.45	10.1	13.02	0.01	0.0130	0.0012	10.37
% PASANTE TAMIZ N° 200			13.74										

Se visualiza los resultados obtenidos del ensayo por hidrómetro el cual consistió en el análisis de la distribución de las partículas que pasan por el tamiz N°200, siendo este un porcentaje del 13.74%.



Gráfica 2. Curva de Granulometría por Hidrometría

Ensayo de Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad

TABLA XXXI
RESULTADO DEL ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Datos de ensayo.	Limite liquido			Limite Plástico
	14	16	18	
Nº de tarro	14	16	18	20
Nº de golpes	43	27	13	
Tarro + suelo húmedo	32.7	22.88	33	20.15
Tarro + suelo seco	28.89	18.24	25.37	19.52
Agua	3.81	4.64	7.63	0.63
Peso del tarro	17.95	5.95	7.06	16.15
Peso del suelo seco	10.94	12.29	18.31	3.37
Porcentaje de humedad	34.83	37.75	41.67	18.69

TABLA XXXII
RESUMEN DE RESULTADOS DE LIMITES

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	38.01
Límite Plástico	18.69
Índice de Plasticidad	19.31



Gráfica 3. Curva de Fluidez de Limites

Clasificación unificada de suelos (SUCS)

Si el 50% o mayor de ese porcentaje del peso seco del suelo pasa por el tamiz N° 200 el suelo es de grano fino, por el contrario, el 50% o mayor es retenido por el mismo tamiz el suelo elegido es de grano grueso, los ensayos realizados nos dan como resultado que el 83.8 % paso el tamiz N°200 es decir que el suelo a trabajar es de grano fino.

Dentro de esta clasificación se encuentra el suelo como arcilla de baja y alta plasticidad, el cual para arcilla de baja plasticidad CL, el límite líquido es menor de 50 y para alta plasticidad CH, su límite líquido es igual o mayor a 5.

TABLA XXXIII
CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS

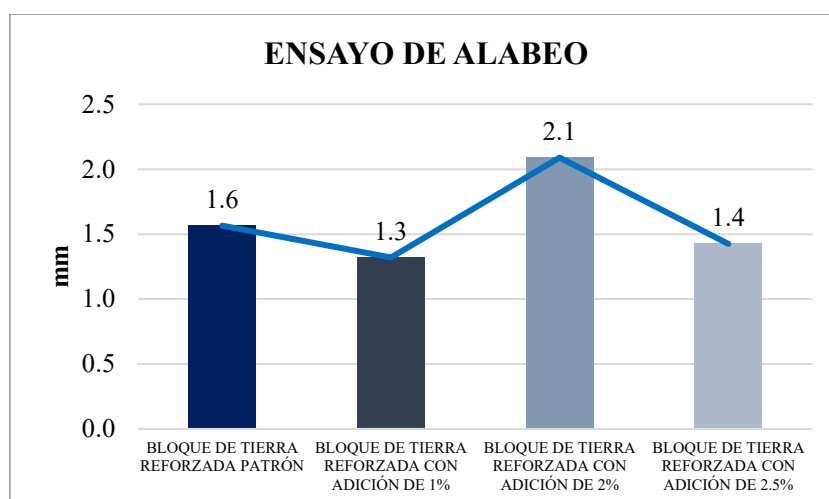
CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR SUCS	
DESCRIPCIÓN DEL SUELO	Arcilla de baja plasticidad con arena
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN	CL

Resultados ensayos a las propiedades físicas:

Ensayo de alabeo

TABLA XXXIV
ENSAYO DE ALABEO

IDENTIFICACIÓN	PROMEDIO DEL BLOQUE			PROMEDIO FINAL (mm)
	Lado Izq. (mm)	Centro (mm)	Lado Der. (mm)	
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA PATRÓN	1.5	1.7	1.4	1.6
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 1%	1.5	1.2	1.2	1.3
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	2.4	2.4	1.4	2.1
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	1.5	1.4	1.4	1.4



Gráfica 4. Comparación de los promedios de resultados del ensayo de alabeo

Ensayo de variación dimensional

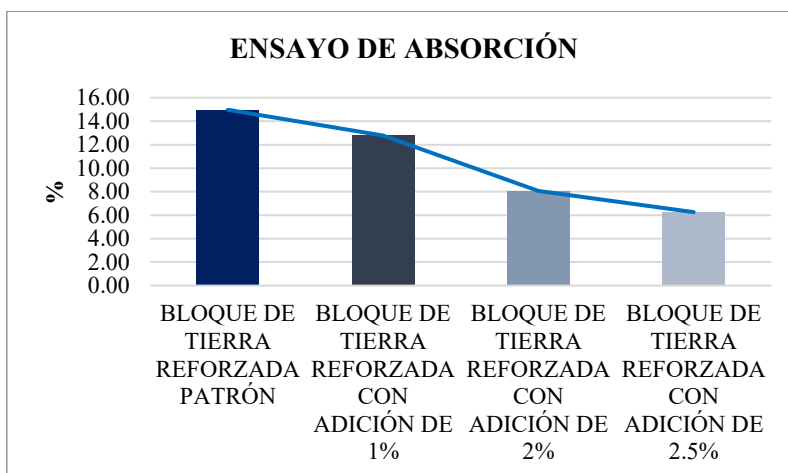
TABLA XXXV
ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL EN MUESTRAS PATRÓN

IDENTIFICACIÓN	PROMEDIO DEL BLOQUE			VARIACIÓN (%)		
	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA PATRÓN	280.17	140.23	79.31	0.061%	0.164%	-0.862%
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 1%	279.85	139.98	79.52	-0.052%	-0.012%	-0.599%
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	278.78	138.34	79.13	-0.436%	-1.186%	-1.088%
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	279.11	139.84	79.64	-0.318%	-0.114%	-0.450%

Ensayo de absorción

TABLA XXXVI
ENSAYO DE ABSORCIÓN EN MUESTRAS PATRÓN

IDENTIFICACIÓN	PROMEDIO DE ABSORCIÓN (%)
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA PATRÓN	14.97
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 1%	12.79
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	8.08
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	6.26

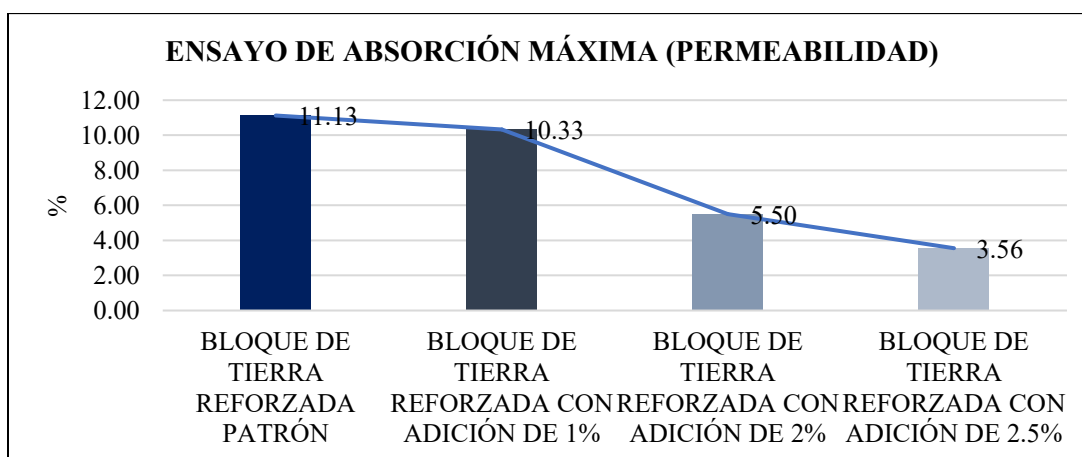


Gráfica 5. Comparación del promedio de resultados del ensayo de absorción

Ensayo de permeabilidad

TABLA XXXVII
ENSAYO DE ABSORCIÓN MÁXIMA

IDENTIFICACIÓN	PROMEDIO (%)
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA PATRÓN	11.13
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 1%	10.33
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	5.50
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	3.56

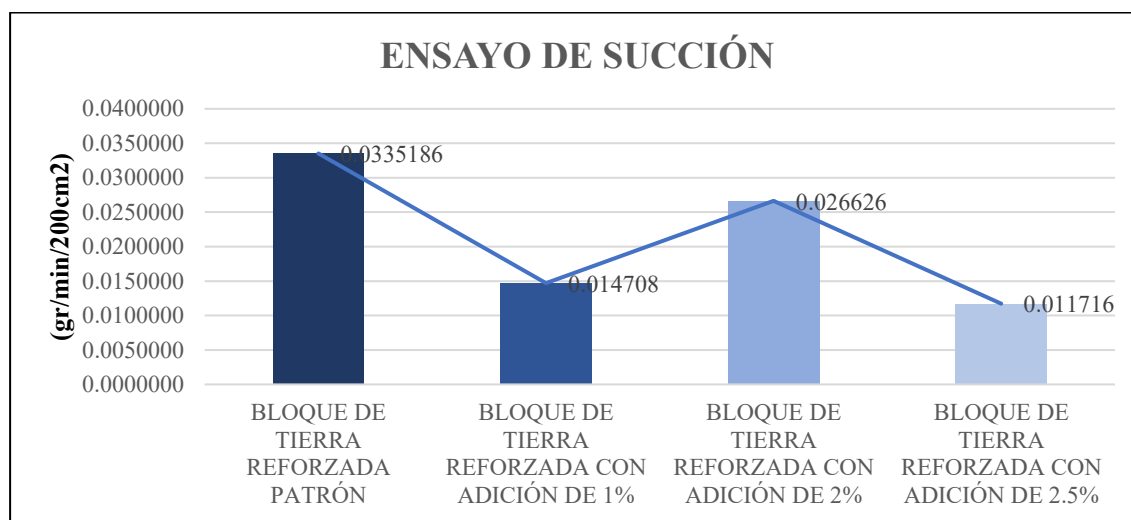


Gráfica 6. Comparación del promedio de resultados del ensayo de permeabilidad

Ensayo de succión

TABLA XXXVIII
ENSAYO DE SUCCIÓN

IDENTIFICACIÓN	PROMEDIO (gr/min/200cm ²)
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA PATRÓN	0.03352
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 1%	0.01471
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	0.02663
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	0.01172

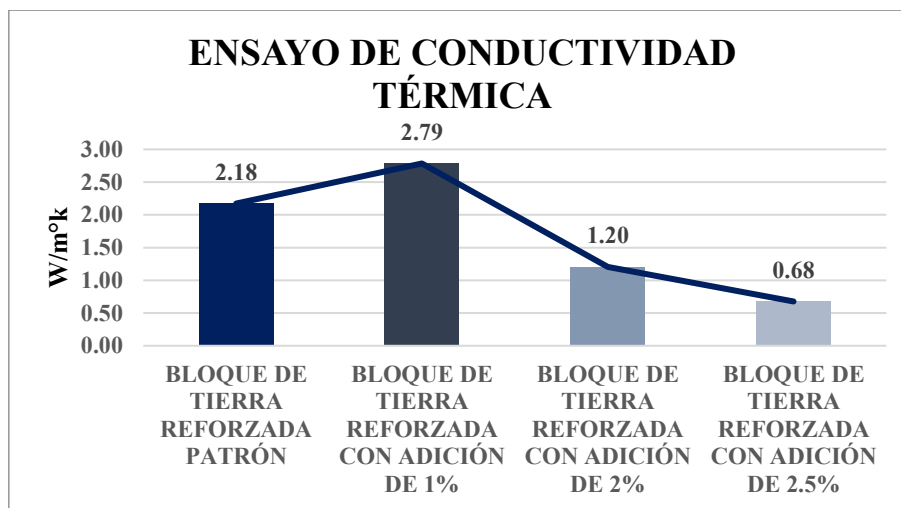


Gráfica 7. Comparación del promedio de resultados del ensayo de succión

Ensayo de la conductividad térmica

TABLA XXXIX
ENSAYO DE CONDUCTIVIDAD TERMICA

IDENTIFICACIÓN	PROMEDIO DE CONDUCTIVIDAD TERMICA W/m ^{°k}
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA PATRÓN	2.18
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 1%	2.79
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	1.20
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	0.68



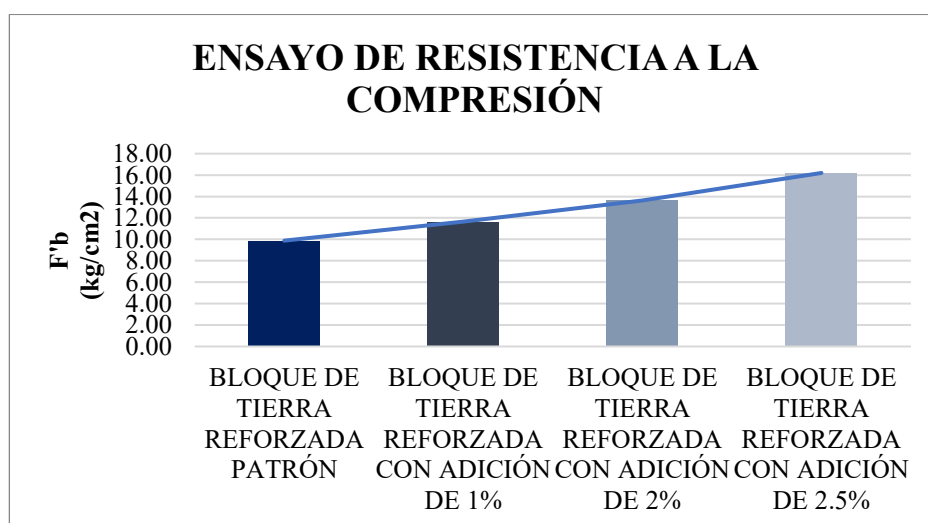
Gráfica 8. Comparación del promedio de resultados del ensayo de conductividad térmica

Resultados de ensayos a las propiedades mecánicas:

Ensayo de la compresión

TABLA XL
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

IDENTIFICACIÓN	PROMEDIO (kg/cm ²)
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA PATRÓN	9.88
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 1%	11.66
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	13.64
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	16.20

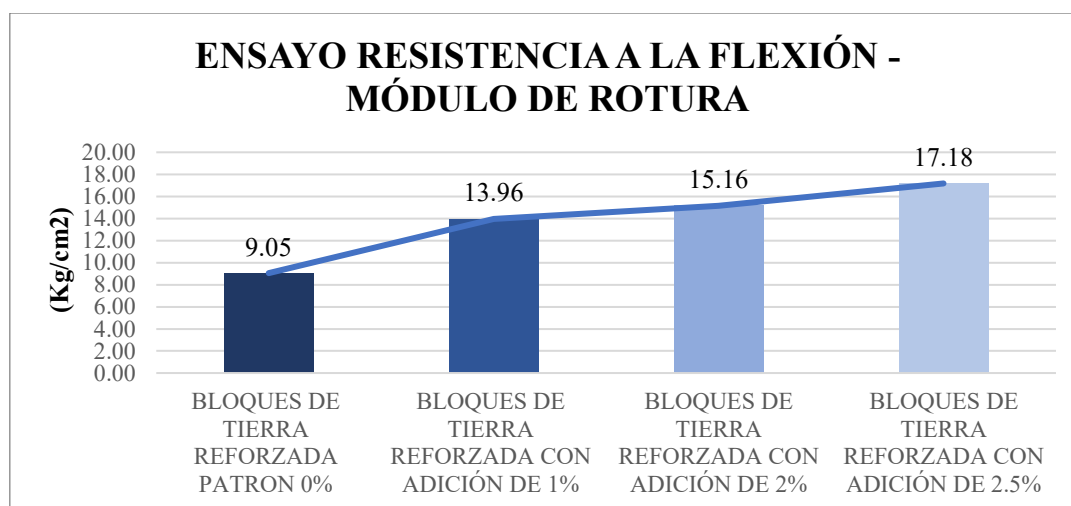


Gráfica 9. Comparación del promedio de resultados del ensayo de resistencia a la compresión

Ensayo de la resistencia flexión por módulo de rotura

TABLA XLI
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN MUESTRAS (MÓDULO DE ROTURA)

IDENTIFICACIÓN	PROMEDIO (Kg/cm ²)
BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRON 0%	9.05
BLOQUES DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 1%	13.96
BLOQUES DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	15.16
BLOQUES DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	17.18

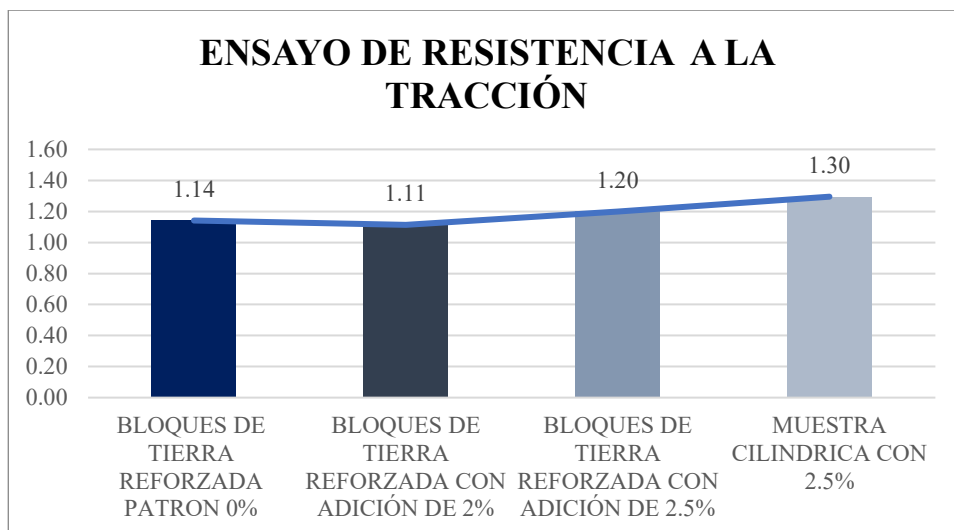


Grafica 10. Comparación del promedio de resultados de resistencia al ensayo de flexión

Ensayo de la resistencia a la tracción

TABLA XLII
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN EN MUESTRAS

IDENTIFICACIÓN	PROMEDIO F _t (Kg/cm ²)
BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRON 0%	1.14
BLOQUES DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	1.11
BLOQUES DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	1.20
MUESTRA CILINDRICA CON 2.5%	1.30

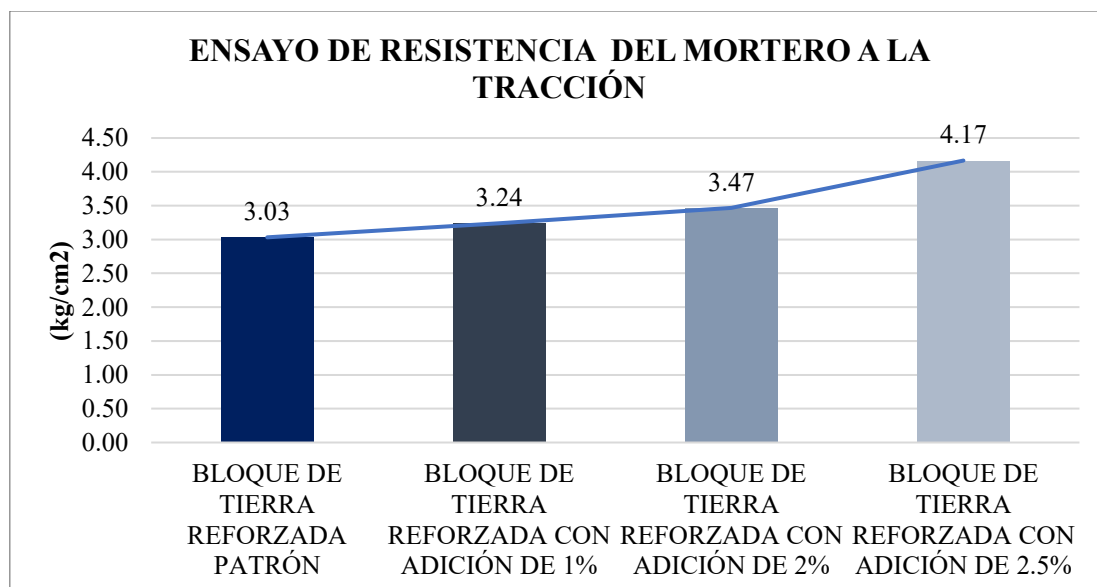


Gráfica 11. Comparación del promedio de resultados de la resistencia al ensayo de tracción

Ensayo de resistencia del mortero a la tracción

TABLA XLIII
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL MORTERO EN MUESTRAS

IDENTIFICACIÓN	PROMEDIO (kg/cm ²)
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA PATRÓN	3.03
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 1%	3.24
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	3.47
BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	4.17

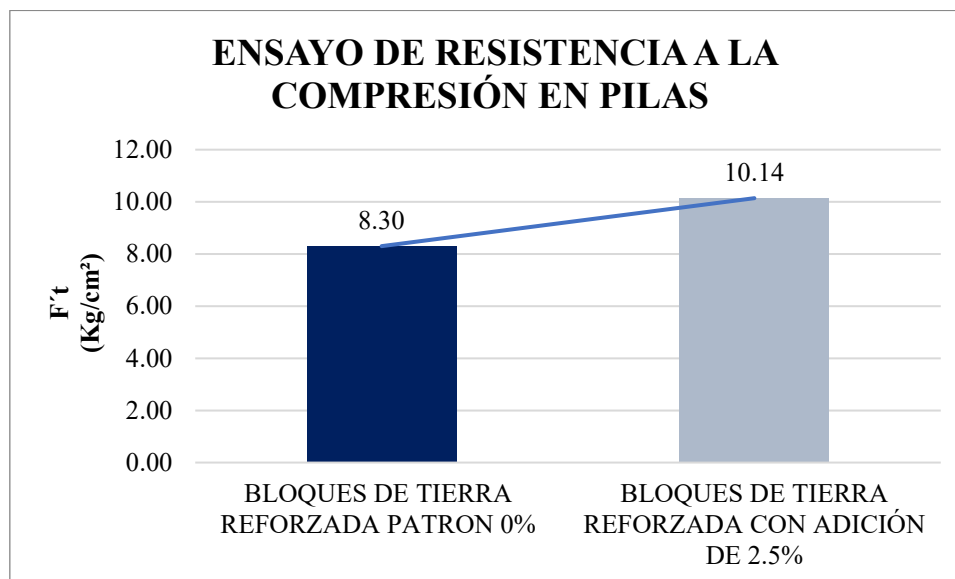


Gráfica 12. Comparación del promedio de resultados del ensayo de resistencia del mortero a la tracción

Ensayo de resistencia de pilas a la compresión

TABLA XLIV
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS

IDENTIFICACIÓN	PROMEDIO F't (Kg/cm ²)
BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRON 0%	8.30
BLOQUES DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	10.14

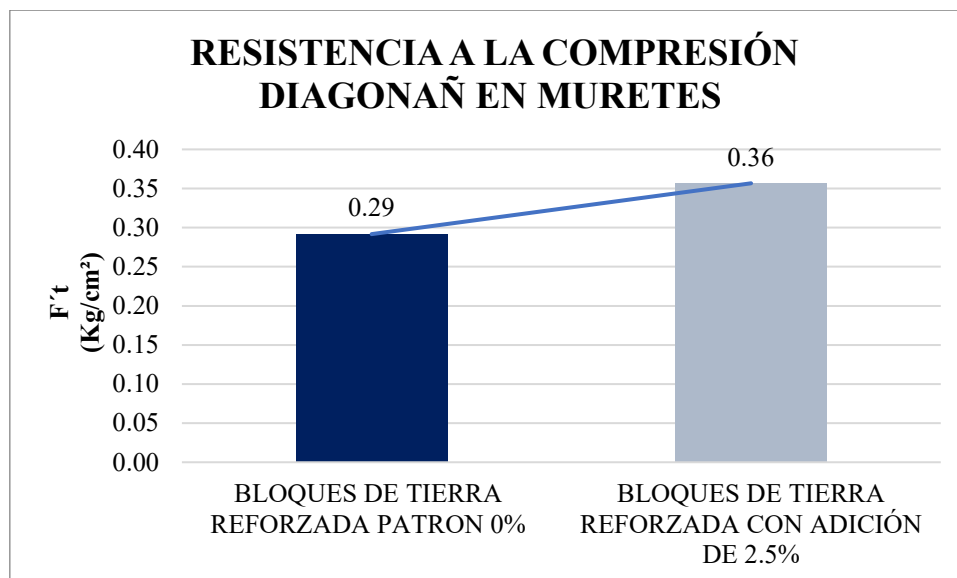


Gráfica 13. Comparación del promedio de resultados de la resistencia al ensayo de compresión en pilas

Ensayo de resistencia de muretes a la compresión diagonal

TABLA XLV
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES

IDENTIFICACIÓN	PROMEDIO F't (Kg/cm ²)
BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRON 0%	0.29
BLOQUES DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	0.36



Gráfica 14. Comparación del promedio de resultados de la resistencia al ensayo de compresión diagonal en muretes

Discusiones

Esta investigación se tuvo como objetivo caracterizar física y químicamente las plumas de ave hidrofóbicas. En [25] se afirma que es necesario caracterizar las plumas que serán utilizadas como fibra natural mediante propiedades físicas y químicas. De acuerdo con las tablas XXI, XXII y XXIII muestran que los resultados para las propiedades físicas fueron densidad 0.104 gr/cm³, humedad de 7.75%, proteínas 41.26%, grasas 5.22%, cenizas 4.11%, materia orgánica 0.8583%, materia fácilmente oxidable 0.0039% y carbono 0.0071% mientras que los resultados para las propiedades químicas son para el ensayo químico de macrominerales contiene 0.24%, magnesio 0.21%, fósforo 0.62%, sodio 0.15% y potasio 0.2% y en los micro minerales posee 11cu mg/kg, hierro 243 fe mg/kg, magnesio 14 mm mg/kg, zinc 115zn mg/kg mostrando que estas propiedades son similares a lo que indica Romero el cual obtuvo una densidad de 0.68 gr/cm³, humedad de 7.31%, proteína cruda 81.74%, grasa 1.51%, ceniza 1.97%, mientras que los resultados para las propiedades químicas son carbono 47.4%, hidrógeno 7.2%, nitrógeno 13%, oxígeno 22.3%, azufre 2.15% y materia orgánica 6.03%.

En la clasificación del tipo de suelo se utilizó el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), de acuerdo con la tabla XXXIII nos da como resultados que el suelo trabajado en esta investigación se clasifica como CL lo que significa que es un suelo arcilloso con baja plasticidad, y en la tabla XXXII nos indica que pasa por el tamiz N°200 un 83.8% del peso seco del suelo y en la tabla XXVII nos indica que el límite líquido de la muestra es de 18.69. Además

se realizó la prueba de cinta de barro en la tabla XXIV y la prueba de resistencia seca o presencia de arcilla XXV, se puede ver los resultados que son satisfactorios de acuerdo con la Norma E. 080 [21] que indica el desarrollo de ambas pruebas, sin embargo estos métodos no son concluyentes por si solos, por lo que se realizó ensayos adicionales en laboratorio los cuales podemos ver en las tablas XXVI, XXVII, XXVIII, XXX y XXXI. Se siguieron los pasos de la NTP 339.134 Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería [31] en la cual se toma como referencia el tamiz N°200 para clasificar los suelos a nivel internacional, mostrando que se realizaron los ensayos para esta clasificación y teniendo en cuenta que el peso seco del suelo debe ser 50% o mayor para que se considere agregado fino, lo cual en los resultados si se tiene como resultado mayor al 50%, así mismo se dice que para la plasticidad según la NTP se deberá ver el límite líquido si es menor a 50, siendo baja es CL.

En la evaluación de propiedades físicas y mecánicas de la tierra reforzada añadiéndole plumas de ave hidrofóbicas teniendo una muestra patrón y muestras con porcentajes de 1%, 2% y 2.5% de plumas, iniciando con los ensayos físicos como el alabeo que en la tabla XXXIV nos da como resultados que para la muestra patrón se tuvo un promedio de alabeo convexo de 1.6mm de 10 muestras tomadas, para la tierra reforzada con 1% de plumas se obtuvo un promedio de 1.3mm de las 10 muestras ensayadas, para la adición de 2% un promedio de 2.1mm y para la mayor adición de 2.5% un promedio 1.4mm y el ensayo de variación dimensional que en la tabla XXXV nos muestra como resultados que en los bloques patrón se obtuvo una variación en el largo de 0.061%, en el ancho de 0.164% y en el alto de -0.862%, para la muestra con 1% de adición se obtuvo una variación en el largo de -0.052%, en el ancho de -1.186% y en el alto de -0.599%, en las muestras con 2% de plumas se obtuvo una variación en el largo de -0.436%, en el ancho de -1.186% y en el alto de -1.088%, y en la muestra con dosificación de 2.5% se obtuvo una variación en el largo de -0.318%, en el ancho de -0.114% y en el alto de -0.450%, lo que se buscó con estos ensayos es cumplir con la NTP 399.613 Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería [34] la cual nos dice que para ambos ensayos se usaran 10 muestras para cada dosificación, en cuanto a alabeo se deberá detectar alguna deformación superficial, que pueda comprometer la planicidad y apariencia del bloque de tierra reforzada, y en cuanto a la variación dimensional se deberá verificar que las dimensiones de largo, altura y ancho cumplan con los límites establecidos, en caso contrario las muestras no podrán ser utilizadas. Mostrando que los resultados obtenidos cumplen con la NTP 399.613, además de que en la Norma E.070 de albañilería [38] nos indica que estos ensayos tienen como objetivo garantizar la calidad y estabilidad dimensional del material a ensayar.

Para el ensayo de absorción se muestra en la tabla XXXVI que en su muestra patrón tuvo resultado promedio de 14.97%, para los bloques con adición de 1% de plumas se obtuvo un resultado de 12.79%, para los bloques con 2% de plumas dio como resultado de 8.08% y para la mayor dosificación de 2.5% nos dio como resultado de 6.26% de promedio de las 10 muestras ensayadas y en la tabla XXXVII vemos los resultados del ensayo de permeabilidad el cual se realizó con una segunda prueba del ensayo de absorción, el cual nos indica que al dejar secar el bloque de tierra reforzada y volverlo a sumergir su absorción en la muestra patrón no da como resultado en promedio de 11.13%, para su adición de 1% dio como resultado 10.33%, para la adición de 2% obtuvo como resultado 5.50%, y para la última adición de 2.5% se obtuvieron resultados de 3.56%, una menor absorción de agua puede ayudar a reducir el agrietamiento del bloque de tierra reforzada una vez que se haya secado. Los bloques que absorben demasiada agua se vuelven frágiles y propensos a agrietarse con el tiempo, estos resultados llegando a ser similares con Tintaya [7] donde se llegó a disminuir en 4% de absorción en comparación de su muestra con mayor cantidad de dosificación y su muestra patrón, y con García [14] que realizó un estudio de las fibras naturales para el mejoramiento de la impermeabilidad en el adobe, obteniendo resultados satisfactorios en un aumento de impermeabilidad del 18.95%, esto no da a entender que mientras mayor sea el grado de dosificación de fibra la absorción irá disminuyendo, favoreciendo la utilidad del bloque de tierra reforzada

En el ensayo de succión en la tabla XXXVIII, podemos ver los resultados de los promedios de las muestras ensayadas, el cual para la muestra patrón fue de 0.03352 gr/min/200cm², en los bloques de tierra reforzada con 1% de adición fue 0.01471 gr/min/200cm², para los bloques con adición de 2% se obtuvo 0.02663 gr/min/200cm², y para la última adición 2.5% se tuvo como resultado 0.01172 gr/min/200cm², los resultados de Chuquillanqui [13], mostraron que la prueba de muestras patrones, succionaron mayor cantidad de agua, y mientras mayor era la dosificación de la fibra, se veía considerablemente la disminución de la capacidad de succión por cada muestra, comparando con los resultados obtenidos del ensayo que se realizó llegan a ser similares, con la muestra patrón propia que fue la que más agua succiono y la muestra con mayor dosificación de 2.5% propia que fue la que menor succión de agua tuvo.

Para el ensayo de conductividad térmica se registraron diferentes temperaturas, en la tabla XXXIX se observa que al agregar la mayor dosificación 2.5% el resultado en promedio es de 0.68 W/m^{°k}, esto quiere decir que el bloque tiene aislamiento moderado porque se encuentra entre 0.288 y 0.721 W/m^{°k}, cosa que con la muestra patrón, 1% y 2% nos da como resultados que tienen aislamiento muy pobre llegando a hacer mayor que 0.721 W/m^{°k}, esto nos dice

Alagon y Neira [39] en su investigación muestra que en comparación de su muestra patrón y su muestra con mayor dosificación de adición de fibra redujo su conductividad térmica en 25.66%, y en la muestra patrón propia con la de mayor dosificación de 2.5% su conductividad térmica se redujo es un 68.88% , esto dando entender que mientras más adición se le agregue de plumas a la tierra reforzada su conductividad térmica reducirá, lo que proporciona un mejor aislante térmico.

Para los evaluar las propiedades mecánicas, se realizaron ensayos de resistencia a la compresión, tracción, flexión, tracción del mortero, pilas y compresión diagonal en muretes, esto según la Norma E. 080 [21] en la cual nos indica las consideraciones que se debe tomar para cada ensayo, las resistencias ultimas de cada uno , en el ensayo de resistencia a la compresión la E. 080 nos dice que debe cumplir con una resistencia ultima de 10.2 kgf/cm², en el ensayo nos da como resultados que en su muestra patrón dio en promedio 9.88 kgf/cm², en su adición de 1% de plumas dio como resultado promedio un 11.66kgf/cm² de los 4 mejores de 6 cubos de tierra reforzada esto mostrando un aumento de 17.97% entre la patrón y la menor dosificación, para la dosificación de 2% de fibra dio como resultado promedio un 13.64kgf/cm² mostro un aumento del 38.05% con respecto a la muestra patrón, y hubo un aumento del 63.95% con respecto a su mayor dosificación 2.5%, Leandro y Paz en [8] existió un aumento de su muestra patrón de 12.64 kgf/cm² y su muestra con mayor dosificación de plumas de pollo que llevo a 21.02 kgf/cm², teniendo un aumento de 66.3% estos resultandos llegando a ser similares con los resultados obtenidos en los ensayos propios.

En el ensayo de resistencia a la tracción la Norma E 0.80 [21] nos indica que se debe elaborar cilindros de tierra reforzada, y que debe cumplir una resistencia ultima de 0.81 kgf/cm², los resultados que obtenemos después de realizar el ensayo fueron que en la muestra patrón dio como resultado promedio 1.14 kgf/cm², para su adición de 1% dio como resultado 1.11 kgf/cm² esto reduciendo en un 2.40%, en las muestras con 2% de adición llevo a una resistencia de 1.20 kgf/cm², y en su resistencia con dosificación de 2.5% llevo a 1.30 kgf/cm², esto siendo un aumento del 13.51% comparando a la muestra patrón de esto nos habla Vega [9] en su investigación que en su ensayo de tracción, le dio como resultados en su muestra con menor dosificación 1.207% tiene una resistencia de 2.60 kgf/cm² , en su dosificación de 1.458% dio como resistencia 2.61 kgf/cm² y en su ultima de 1.889% dio como resistencia 2.66 kgf/cm² teniendo estos datos se tendrá se llega a analizar que en cuanto se va aumentando la dosificación su resistencia va en aumento, obteniendo resultados que cumplen con la norma requerida.

En el ensayo de flexión, o llamado cálculo de módulo de rotura, se guió de la NTP 399.613 [34] el cual nos indica que la muestra será expuesta a cargas perpendiculares en el cual se emplean barras de acero en la cara de la muestra, en el ensayo realizado se obtuvieron resultados para la muestra patrón de 9.05 kgf/cm², en su adición de 1% se obtuvo 13.96 kgf/cm², en la dosificación de 2% dio como resultado 15.16 kgf/cm² y en su última dosificación 2.5% se obtuvo 17.18 kgf/cm², esto demuestra un aumento de 89.72% entre la muestra patrón y la muestra con dosificación de 2.5%, Cumpa [40] nos muestra resultados de este ensayo incorporando fibras naturales, muestra que se consigue una resistencia mayor de su muestra patrón que obtiene 11.018 kgf/cm², con su muestra que tiene mayor dosificación 0.9% de fibra natural llegando a 11.221 kgf/cm², comparandos los resultados de Cumpa y los propios al agregar fibra natural en los bloques de tierra reforzada su resistencia a la flexión va aumentando, a más dosificación más resistencia.

En el ensayo de mortero a tracción se obtuvo en su muestra patrón dio como resultado 3.03 kgf/cm², en su adición de 1% de plumas se obtuvo 3.24 kgf/cm², en la adición de 2% se obtuvo 3.47 kgf/cm² y en la adición de 2.5% se obtuvo una mayor resistencia en el mortero de 4.17 kgf/cm², esto siendo un aumento del 37.43% entre patrón y 2.5% de dosificación, en la Norma E. 080 [21] nos indica que su resistencia ultima debe ser de 0.12 kgf/cm², comparando la resistencia que nos pide la norma y con la obtenida se puede ver que los resultados cumplieron satisfactoriamente con lo que se requiere.

En el ensayo de resistencia de pilas a la compresión y en el ensayo de compresión diagonal a muretes, se tomó solo la mejor muestra que dio en el ensayo de compresión a cubos, con la muestra patrón, es decir fueron evaluados pilas y muretes con 2.5% de adición de plumas, y se obtuvo como resistencia en pilas patrón 8.30 kgf/cm² y con dosificación se obtuvo 10.14 kgf/cm² y en los muretes patrones se obtuvo una resistencia de 0.29 kgf/cm² y en los de dosificaciones de 0.36 kgf/cm², en la Norma E. 080 [21] nos indica que su resistencia ultima para compresión de pilas debe ser de 6.12 kgf/cm², y para compresión diagonal de muretes deberá ser 0.25 kgf/cm², comparando la resistencia que nos pide la norma y con la obtenida se puede ver que los resultados sobrepasaron satisfactoriamente con lo que se requiere.

Conclusiones

Se caracterizo las plumas de ave hidrofóbica obteniendo resultados como la densidad que es 0.104gr/cm³ la cual se utilizó para llegar en porcentajes de volumen para luego convertirlo en peso para la adición las dosificaciones planteadas.

Se realizan pruebas de cinta de barro para la selección del suelo, ya que al ser descolgado el rollo alcanzo una longitud de 21 cm, lo cual viene a dar resultados de un suelo arcilloso, además los resultados en la prueba de arcilla fueron que el suelo elegido fue apto para la elaboración de las muestras, ya que después de dejar cerca 48 horas, las 04 bolitas ninguna de ellas se rompió o agrietaron.

En los ensayos de laboratorio para el suelo, se realizó el ensayo de peso específico o gravedad especifica que nos dio como resultado 2.618 g/cm^3 , además se realizó el ensayo de contenido de humedad donde se observa que el porcentaje del contenido de humedad que nos dio el ensayo fue de 7.3% .También se realizado el ensayo de granulometría por tamizado que dio como resultado que se retuvo 83.8% de arcilla y limo y la curva granulométrica de la muestra analizada se encuentra dentro de los límites granulométricos permitidos para la elaboración de las muestras, siguiente se realizó el ensayo de granulometría por hidrometría el cual consistió en el análisis de la distribución de las partículas que pasan por el tamiz N°200, siendo este un porcentaje del 13.74%. Se realizo el ensayo de limite líquido (LL), limite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP), donde tenemos como resultados que LL da 38.01, LP 18.69 el cual se usara para la clasificación SUCS, y el IP de 19.31.

Para las propiedades físicas se realizaron ensayos de alabeo que tiene como resultado que los bloques que tienen más alabeo son los de 2% llegando a un promedio de 2.1mm comparando esto con su muestra patrón de 1.6mm, en el ensayo de absorción en su muestra patrón dio como resultado 14.97% y en su mejor resultado de dosificación fue de 6.26%, en el ensayo de permeabilidad muestra como mejor resultado a 3.56% teniendo este como dosificación de 2.5% comparándolo con su patrón que tiene como resultado 11.13% , en el ensayo de succión en su muestra patrón nos da $0.03352 \text{ gr/min}/200\text{cm}^2$ y su mejor resultado en su mayor dosificación $0.01172 \text{ gr/min}/200\text{cm}^2$, se concluye que estos tres últimos ensayos trabajados en agua nos indica que a mayor porcentaje de plumas en el adobe, mayor es la disminución de agua que pueden llegar a absorber y succionar y en el último ensayo de propiedades física que fue conductividad térmica se determinó la reducción de conductividad térmica fue de un 68.89% entre las muestras patrones y las muestras con mayor dosificación, concluyendo que a mayor dosificación de plumas el bloque estará clasificado como material con aislamiento térmico bueno.

Para las propiedades mecánicas se realizaron ensayos bajo la Norma E. 080 como resistencia a la compresión se obtuvo un aumento de 63.95% entre los bloques sin adición de plumas y los

bloques con 2.5% de agregado de plumas, para el ensayo de tracción hubo un aumento de 13.51% de las muestras patrón a las muestras con 2.5%, en el ensayo de mortero tracción la resistencia superó en un 37.43% entre muestras patrón y con la mayor dosificación y en el ensayo de resistencia a la flexión que se guió bajo la NTP 399.613, se determinó un aumento de 89.72% entre patrón y adición de 2.5%.

En las pruebas de compresión de pilas, se determinó que las pilas con 2.5% superó en 22.16% a las pilas de muestra patrón y en el ensayo compresión diagonal de muretes los muretes con 2.5% de adición de plumas superó en 22.29% a los muretes de muestra patrón. Se concluye que en todas las muestras con 2.5% de dosificación los resultados fueron completamente positivos a favor de la adición de plumas, mientras más adición de plumas hubo, mejores resistencias se llegaron.

Recomendaciones

Se recomienda ajustar el porcentaje de plumas hidrofóbicas en la mezcla de acuerdo con los resultados de resistencia y absorción obtenidos en los ensayos. Con base en estos resultados, se debe establecer una proporción específica que optimice la resistencia mecánica y reduzca al mínimo la absorción de agua sin comprometer la cohesión del bloque. También es recomendable realizar pruebas adicionales con diferentes proporciones para alcanzar el equilibrio ideal entre las propiedades mecánicas y la eficiencia hidrofóbica del material.

Para asegurar la durabilidad de los bloques en entornos húmedos, se recomienda su uso en condiciones donde la exposición al agua sea limitada o en construcciones que cuenten con recubrimientos adicionales. Además, se sugiere un monitoreo periódico de las propiedades hidrofóbicas de los bloques cuando se emplean en climas extremos, así como la aplicación de tratamientos de mantenimiento para mantener su impermeabilidad a lo largo del tiempo.

Como posibles líneas de investigación futura, sería beneficioso explorar el uso de estabilizadores o aditivos naturales para ampliar las aplicaciones de estos bloques en diferentes condiciones climáticas.

Se recomienda realizar estudios para analizar el desempeño acústico de los bloques de tierra reforzada con plumas hidrofóbicas. Esto podría incluir pruebas para reducir la transmisión de sonido. Estos datos serían útiles para definir aplicaciones específicas en construcciones donde se requiera aislamiento acústico, ampliando así el rango de uso de estos bloques en construcciones sostenibles y en climas extremos.

Referencias

- [1] J. Luis y B. Aragonés, “LA CONSTRUCCIÓN EN EL ANTIGUO PERÚ”, 2020.
- [2] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA, “RESULTADOS DEFINITIVOS”, 2018.
- [3] RPP NOTICIAS, “Huancayo 10 casas colapsadas y 50 inundadas en Sapallanga”.
- [4] Noticias Andina, “Lluvias intensas en febrero dejaron 200 casas colapsadas en Monsefú”. [En línea]. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-lluvias-intensas-febrero-dejaron-200-casas-colapsadas-monsefu-654812.aspx>
- [5] Diario el Correo, “Ica: casas de adobe quedan dañadas por filtración de agua en el caserío San Martín de Porras”, Ica, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://diariocorreo.pe/edicion/ica/>
- [6] S. O'Reilly, R. Summons, G. Mayr, y J. Vinther, “Preservation of uropygial gland lipids in a 48-million-year-old bird”, *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 284, núm. 1865, oct. 2017, doi: 10.1098/rspb.2017.1050.
- [7] J. Tintaya Rafael, ““Análisis de las propiedades del adobe reforzado con plumas de ave y fibras de carrizo en el tambo, Huancayo 2020””, UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/64876>
- [8] S. Leandro Evaristo y R. Paz Gomez, ““Influencia de la adición de plumas de pollo sobre las propiedades mecánicas de adobes en Huancachupa - Cayran- Huánuco - 2021””, UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/90825>
- [9] J. Vega Picon, ““DETERMINACION DE LAS RESISTENCIAS MECANICAS DEL ADOBE INDENTADO Y REFORZADO CON PLUMAS DE AVE, COMO UNIDADES DE ALBAÑILERIA, HUARAZ-2020””, UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO, 2021. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/5217>
- [10] J. A. Bautista Vega y P. J. Bautista Vega, “Elaboración del adobe mejorado adicionando oxido de calcio y pluma de aves, Vicos, Marcará, Ancash”, 2023.
- [11] L. E. Cisneros Felipa y I. R. Padilla Rojas, “Diseño de bloques de adobe adicionando mucilago de nopal y fibras de plumas de pollo para mejorar su resistencia mecánica y reducir su permeabilidad en el distrito de Cocharcas, provincia de Chincheros, departamento de Apurímac”, 2023.
- [12] S. Y. Suarez Huatangari, “Aplicación de la fibra natural de las plumas en el diseño de mezcla de concreto ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) Chiclayo”, 2019.
- [13] S. J. Chuquillanqui Poma, “INCORPORACIÓN DE FIBRA DE POLIPROPILENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL ADOBE”, 2020.
- [14] I. Garcia Gomez, “ESTUDIO DE PERMEABILIDAD EN EL ADOBE IMPLEMENTANDO AGREGADOS NATURALES”, UNIVERSIDAD

- TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA, OAXACA, 2017. [En línea]. Disponible en: http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/13322.pdf
- [15] A. R. Abdulmunem, P. M. Samin, K. Sopian, S. Hoseinzadeh, H. A. Al-Jaber, y D. A. Garcia, “Waste chicken feathers integrated with phase change materials as new inner insulation envelope for buildings”, *J Energy Storage*, vol. 56, dic. 2022, doi: 10.1016/j.est.2022.106130.
- [16] U. SOYKAN, S. CETIN, y U. YAHSI, “Detailed investigation on the insulation and permeability characteristics of rigid polyurethane foam loaded with micron-sized Turkey feather powder depending on the free volume change”, *Cellular Polymers*, sep. 2023, doi: 10.1177/02624893231204773.
- [17] REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES, “NORMA TÉCNICA DE EDIFICACION NTE E.080 ADOBE”, mar. 2000, [En línea]. Disponible en: <https://centrocidart.files.wordpress.com/2013/10/norma-peruana-de-adobe.pdf>
- [18] Dirección Nacional de Construcción, “Edificaciones Antisísmicas de ADOBE”, 2010, Consultado: el 9 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Manuales_guias/MANUAL%20ADOBE.pdf
- [19] META2020 ARQUITECTOS, “CONSTRUCCIÓN CON TIERRA”. Consultado: el 9 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.meta2020arquitectos.com/construccion-con-tierra/>
- [20] M. Moscoso Cordero, “EL ADOBE, SUS CARACTERÍSTICAS Y EL CONFORT TÉRMICO”, 2016, [En línea]. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo->
- [21] C. Y. S. MINISTERIO DE VIVIENDA, “NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA”, pp. 4–24, abr. 2017, [En línea]. Disponible en: https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376
- [22] A. Orosco, “LA PAJA”, 2013. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/192112268/La-Paja#>
- [23] Etecé. Equipo editorial, “Pato_ características, reproducción y alimentación”, 2023.
- [24] J. C. Cojal Arce, “NUCLEOTIDOS PROVENIENTES DE *Saccharomyces cerevisiae* EN EL RENDIMIENTO Y EMPLUME DE PATOS”, 2015.
- [25] A. X. Romero Esparza, “DISEÑO EXPERIMENTAL DE UN MORTERO DE CEMENTO REFORZADO CON FIBRAS NATURALES DE ORIGEN ANIMAL ‘PLUMAS DE AVES’”, UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR – SEDE LOJA, 2020.
- [26] FINCA CASREJO, “Glándula Uropigial en Aves_ qué es y para qué sirve”, 2023.
- [27] C. Y. S. MINISTERIO DE VIVIENDA, “Reglamento Nacional de Edificaciones”, 2006, Consultado: el 24 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>

- [28] INACAL, “NORMA TÉCNICA PERUANA- 339.127 Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo”, 2019, Consultado: el 24 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/567304457/1-1-NTP-339-127-CONT-HUM>
- [29] INACAL, “NORMA TÉCNICA PERUANA - 339.128 Método de ensayo para el análisis granulométrico”, 1999, Consultado: el 24 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-piura/mecanica-de-suelos/ntp-339128-granulometria-por-sedimentacion-y-tamizado/19842002>
- [30] INACAL, “NORMA TÉCNICA PERUANA - 339.129 Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos”, 2019, Consultado: el 24 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/servicio-nacional-de-capacitacion-para-la-industria-de-la-construccion/laboratorio-suelos-asfalto-y-concreto/ntp-3391291998-revisada-el-2019-limites-de-atterberg/34415129>
- [31] INACAL, “NORMA TÉCNICA PERUANA - 339.134 Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)”, 1999.
- [32] INACAL, “NORMA TÉCNICA 399.604 Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto”, pp. 1–20, 2002, [En línea]. Disponible en: https://kupdf.net/download/norma-tecnica-peruana-ntp-399604-2002_59efca8908bbc537369d180e_pdf
- [33] INACAL, “NORMA TÉCNICA 399.605 - Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería”, pp. 1–23, ene. 2017, [En línea]. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/qdownload/ntp399605serfft-5-pdf-free.html>
- [34] INACAL, “NORMA TÉCNICA 399.613 - . Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería”, pp. 1–39, 2017, Consultado: el 26 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/526047833/NTP-399-613-2017>
- [35] INACAL, “NORMA TÉCNICA 399.621 - Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería”, pp. 1–14, 2004, Consultado: el 26 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/ntp-399621pdf-3-pdf-free.html>
- [36] ASTM, “C177-13 Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate Apparatus 1”, 2013, doi: 10.1520/C0177-1.
- [37] INACAL, “NORMA TÉCNICA PERUANA 339.131 - METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTICULAS SÓLIDAS DE UN SUELO”, 2019.
- [38] REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, “NORMA TÉCNICA E.070 ALBAÑILERÍA”, pp. 1–56, 2019, [En línea]. Disponible en: <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.070-alba-ileria-sencico.pdf>

- [39] J. Antonio. Alagón Huaranca y R. S. Edward. Neira Atamari, “ESTUDIO COMPARATIVO DE LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA Y PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADAS CON FIBRA DE POLIÉSTER FRENTE AL ADOBE TRADICIONAL, DE LAS ADOBERAS UBICADAS EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-CUSCO”, 2020.
- [40] R. del P. Cumpa Condori, “Influencia del jabonato de alumbre y fibra de coco en la resistencia del adobe, Ciudad Eten 2021”, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://orcid.org/0000-0003-1030-1272>

Anexos

Ensayo de absorción:



Fig. 102. Peso pasado el tiempo de absorción muestra N° 4 y 7

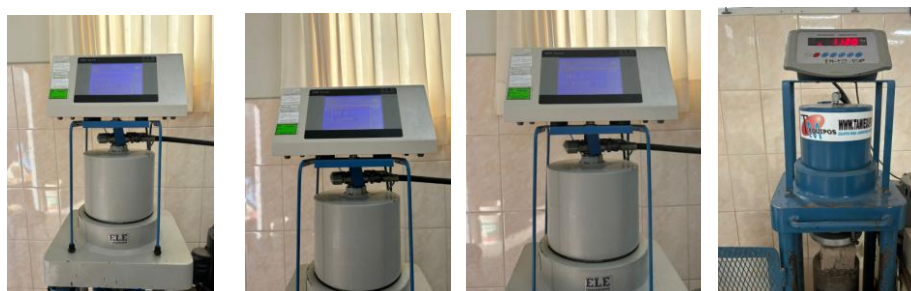


Fig. 103. Ensayo de absorción

Ensayo de succión



Fig. 104. Pesaje y desarrollo del ensayo de succión

Resistencia a la compresión:**Fig. 105.** Cargas que soportaron las muestras patrón antes de la rotura**Fig. 106.** Cargas que soportaron las muestras con 1% de adición antes de la rotura**Fig. 107.** Cargas que soportaron las muestras con 2% de adición antes de la rotura**Fig. 108.** Cargas que soportaron las muestras con 2.5% de adición antes de la rotura

Resistencia a la tracción



Fig. 109. Cargas que soportan los cilindros antes de su rotura a la resistencia a la tracción



Fig. 110. Cargas que soportan los cilindros antes de su rotura a la resistencia a la tracción



Fig. 111. Fisura en la Muestra Cilindro N°1



Fig. 112. Fisura en la Muestra Cilindro P



Fig. 113. Fisura en la Muestra Cilindro N°3



Fig. 114. Fisura en la Muestra Cilindro N°4



Fig. 115. Rotura en la Muestra Cilindro N°5



Fig. 116. Rotura en la Muestra Cilindro N° 6

Resistencia al mortero a tracción



Fig. 117. Cargas que soporta el mortero a tracción en muestras



Fig. 118. Cargas que soporta el mortero a tracción en muestras



Fig. 119. Fisura en la Muestra Mortero a Tracción N°1



Fig. 120. Fisura en la Muestra Mortero a Tracción N°2



Fig. 121. Fisura en la Muestra Mortero a Tracción N°3



Fig. 122. Fisura en la Muestra Mortero a Tracción N°4



Fig. 123. Fisura en la Muestra Mortero a Tracción N°5

Ensayo de compresión de pilas



Fig. 124. Resultados del ensayo de compresión de pilas



Fig. 125. Cargas del ensayo de compresión de pilas



Fig. 126. Carga de compresión de pilas

Ensayo de compresión diagonal de muretes



Fig. 127. Máquina de compresión diagonal



Fig. 129. Ensayo de rotura de murete



Fig. 128. Ensayo de compresión diagonal



Fig. 130. Compresión diagonal en murete

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189



INFORME DE ANÁLISIS F.Q.A. PERÚ S.A.C.

SOLICITANTE	: KATTYANA JOSHERIC PANTOJA CALDERÓN
TESIS	: Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbicas
MUESTRA	: PLUMAS DE AVE
PROCEDENCIA	: CHICLAYO
FECHA DE INGRESO	: 19 DE ABRIL DEL 2024
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO
Densidad	gr/cm ³	0.104
Humedad	%	7.75
Proteínas	%	41.26
Grasas	%	5.22
Cenizas	%	4.11
Materia Orgánica	%	0.8583
Materia Fácilmente Oxidable	%	0.0039
Carbono	%	0.0071

Proteína: NTP 205.005 /79; Grasa: NTP 205.006/80; Cenizas: NTP 205.004/79

Macro minerales

Parámetro	Unidades	Resultados
Calcio	%	0.24
Magnesio	%	0.21
Fosforo	%	0.62
Sodio	%	0.15
Potasio	%	0.20

Determinación de Metales por absorción atómica. Llama - EAA con Horno de Grafito. *ND: No detectado fuera del rango

Henry
Civadenegra
Oblitas
LABORATORIO
USAT





AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189



Micro minerales

Parámetro	Unidades	Resultados
Cobre	Cu mg/Kg	11
Hierro	Fe mg/Kg	243
Manganeso	Mn mg/Kg	14
Zinc	Zn mg/Kg	115

Determinación de Metales por absorción atómica. Llama - EAA con Horno de Grafito.*ND: No detectable, fuera del rango

TRUJILLO 23 DE ABRIL DEL 2024

Carlos Alberto Valqui
CARLOS ALBERTO VALQUI
INGENIERO QU
CIP 122588



FQAPERU
LABORATORIO



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Kattyana Josheric Pantoja Calderon
 Escuela : Ingeniería Civil
 Tesis : Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbicas
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Ensayo : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
 Norma de referencia : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C-01

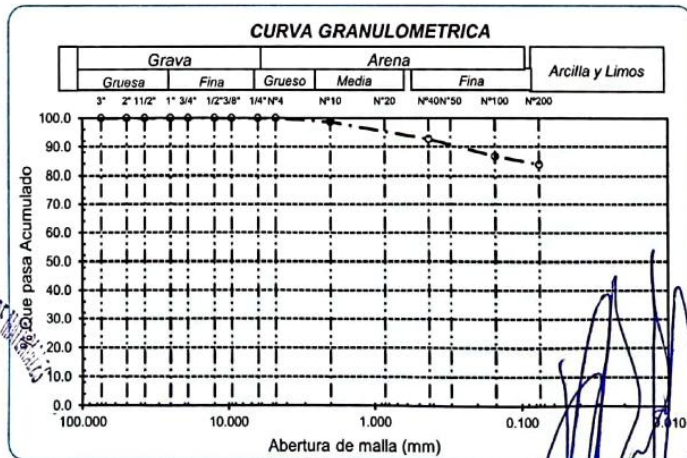
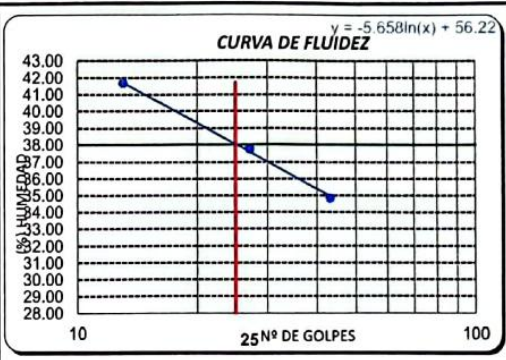
Muestra: M-1

0

Análisis Granulométrico por tamizado			
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	Retenido
		Que pasa	
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
Nº 4	4.750	0.0	100.0
Nº 10	2.000	1.4	98.6
Nº 20	0.850	2.0	98.0
Nº 40	0.425	7.4	92.6
Nº 50	0.300	10.4	89.6
Nº 100	0.150	13.3	86.7
Nº 200	0.075	16.2	83.8

Distribución granulométrica		Ensayo de Límite de Atterberg	
% Grava	G.G. %	0.0	Límite líquido (LL) 38.01 (%)
	G.F. %	0.0	Límite Plástico (LP) 18.69 (%)
	A.G. %	1.4	Índice Plástico (IP) 19.31 (%)
% Arena	A.M. %	6.0	Clasificación (S.U.C.S.) CL
	A.F. %	8.8	Descripción del suelo Arcilla de baja plasticidad con arena
% Arcilla y Limo		83.8	Clasificación (AASHTO) A-6 (12)
Total		100.0	Descripción

Contenido de Humedad	
	7.3



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Kattyana Josheric Pantoja Calderon
Escuela : Ingeniería Civil
Tesis : "Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbicas"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Ensayo : Peso específico relativo de sólidos (G_s)
Referencia : NTP 339.131

ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO		C-01
1. N° de fiola		F-2
2. Peso de la fiola	g.	89.88
3. Peso de la muestra de suelo - seco	g.	50.0
4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiola (2+3)	g.	139.9
5. Peso de la muestra + Fiola + agua	g.	367.4
6. Peso de la fiola + peso de agua	g.	336.5
7. Peso específico relativo de sólidos (G_s) (3)/((3+6)-5)	g/cm ³	2.618





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



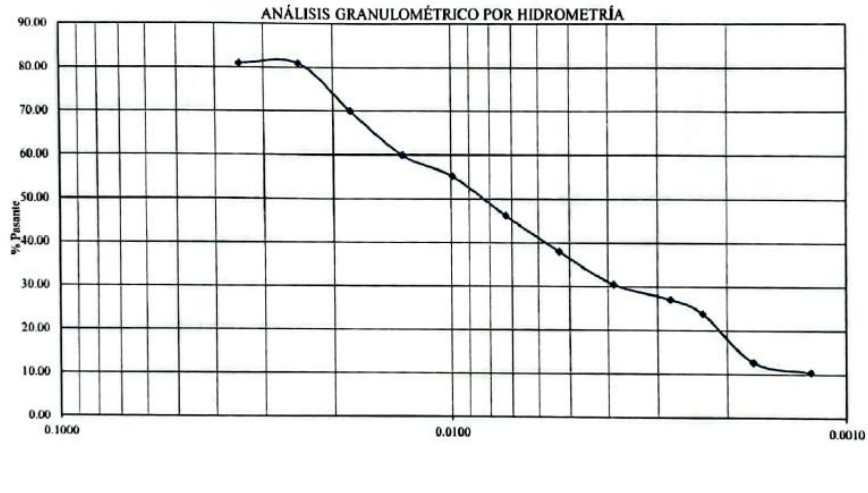
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR HIDROMETRÍA
 NORMA ASTM D421-58
 NORMA ASTM D422-63 (2007)

Tesista : Kattyana Josheric Pantoja Calderon
 Escuela : Ingeniería Civil
 Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbicas

HIDROMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	NaPO3	CONCENTRACION	0,05 N
CORRECCION POR DEFLOCULANTE C _d			8	CORRECCION POR MENISCO, C _m	
VOLUMEN DEL HIDROMETRO			W _s , gr.	G _s :	a _w
1000 cm ³			50	2.618	1.007

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	R'M	T °c	CT	RHC	WDI %	R'H+CM	L(cm)	L/t (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
6/05/2024	11:15	1	28.00	25.0	272.1	292.11	588.58	28.1	7.12	7.12	0.012970	0.0346	80.87
6/05/2024	11:17	2	28.00	25.0	272.1	292.11	588.58	28.1	7.12	3.56	0.012970	0.0245	80.87
6/05/2024	11:19	4	26.00	25.0	234.7	252.74	509.26	26.1	7.78	1.94	0.012970	0.0181	69.97
6/05/2024	11:23	8	24.00	25.0	200.1	216.14	435.51	24.1	8.43	1.05	0.012970	0.0133	59.84
6/05/2024	11:30	15	23.00	25.0	183.9	198.88	400.73	23.1	8.76	0.58	0.012970	0.0099	55.06
6/05/2024	11:45	30	21.00	25.0	153.4	166.43	335.35	21.1	9.41	0.31	0.012970	0.0073	46.08
6/05/2024	12:15	60	19.00	25.0	125.8	136.75	275.55	19.1	10.07	0.17	0.012970	0.0053	37.86
6/05/2024	13:15	120	17.00	25.0	100.8	109.84	221.32	17.1	10.72	0.09	0.012970	0.0039	30.41
6/05/2024	15:15	240	16.00	25.0	89.4	97.42	196.30	16.1	11.05	0.05	0.012970	0.0028	26.97
6/05/2024	17:15	360	15.00	25.0	78.7	85.70	172.67	15.1	11.38	0.03	0.012970	0.0023	23.73
6/05/2024	23:15	720	11.00	25.0	42.7	45.71	92.11	11.1	12.69	0.02	0.012970	0.0017	12.66
7/05/2024	11:15	1440	10.00	25.0	35.4	37.45	75.45	10.1	13.02	0.01	0.012970	0.0012	10.37

% PASANTE TAMIZ N° 200	13.74
------------------------	-------



[Firma manuscrita]
 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Solicitante : Kattyana Josheric Pantoja Calderon (Pág. 01 de 02)
 Tests : "Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbicas"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Ensayo : UNIDADES: Método de ensayo para el Alabeo
 Referencia : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

ALABEO							
BLOQUES DE TIERRA REFORZADA							
N° DE LADRILLOS	TIPO	LADO IZQ	CENTRO	LADO DER.	ALABEO	PROMEDIO	OBSERVACIÓN
		(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	
M - 1	Patrón 0%	1.80	0.90	2.10	(CONCAVIDAD)	1.6	Presenta Alabeo
M - 2	Patrón 0%	1.70	1.30	1.70	(CONCAVIDAD)	1.6	Presenta Alabeo
M - 3	Patrón 0%	0.70	1.60	0.70	(CONCAVIDAD)	1.0	Presenta Alabeo
M - 4	Patrón 0%	1.60	2.00	0.18	(CONCAVIDAD)	1.3	Presenta Alabeo
M - 5	Patrón 0%	2.40	0.60	2.40	(CONCAVIDAD)	1.8	Presenta Alabeo
M - 6	Patrón 0%	0.80	1.20	0.80	(CONCAVIDAD)	0.9	Presenta Alabeo
M - 7	Patrón 0%	1.20	2.30	1.20	(CONCAVIDAD)	1.6	Presenta Alabeo
M - 8	Patrón 0%	0.40	1.10	0.40	(CONCAVIDAD)	0.6	Presenta Alabeo
M - 9	Patrón 0%	1.40	4.00	1.40	(CONCAVIDAD)	2.3	Presenta Alabeo
M-10	Patrón 0%	3.40	2.30	3.40	(CONCAVIDAD)	3.0	Presenta Alabeo
PROMEDIO		1.5	1.7	1.4			
RESULTADO FINAL ALABEO DE LOS PRISMAS			1.6				

ALABEO							
BLOQUES DE TIERRA REFORZADA							
N° DE LADRILLOS	TIPO	LADO IZQ.	CENTRO	LADO DER.	ALABEO	PROMEDIO	OBSERVACIÓN
		(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	
M - 1	Adición de 1%	2.10	0.09	1.36	(CONCAVIDAD)	1.2	Presenta Alabeo
M - 2	Adición de 1%	1.79	0.15	2.05	(CONCAVIDAD)	1.3	Presenta Alabeo
M - 3	Adición de 1%	0.36	1.09	0.36	(CONCAVIDAD)	0.6	Presenta Alabeo
M - 4	Adición de 1%	0.04	2.30	1.03	(CONCAVIDAD)	1.1	Presenta Alabeo
M - 5	Adición de 1%	1.36	2.81	0.00	(CONCAVIDAD)	1.4	Presenta Alabeo
M - 6	Adición de 1%	2.03	1.17	2.06	(CONCAVIDAD)	1.8	Presenta Alabeo
M - 7	Adición de 1%	1.12	2.94	1.04	(CONCAVIDAD)	1.7	Presenta Alabeo
M - 8	Adición de 1%	2.34	0.82	0.36	(CONCAVIDAD)	1.2	Presenta Alabeo
M - 9	Adición de 1%	2.85	0.54	2.18	(CONCAVIDAD)	1.9	Presenta Alabeo
M-10	Adición de 1%	1.27	0.08	1.92	(CONCAVIDAD)	1.1	Presenta Alabeo
PROMEDIO		1.5	1.2	1.2			
RESULTADO FINAL ALABEO DE LOS PRISMAS			1.3				

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante : Kattyana Josheric Pantoja Calderon (Pág. 02 de 02)
 Tesis : "Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbicas"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Ensayo : UNIDADES: Método de ensayo para el Alabeo
 Referencia : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

ALABEO							
BLOQUES DE TIERRA REFORZADA							
N° DE LADRILLOS	TIPO	LADO IZQ.	CENTRO	LADO DER.	ALABEO	PROMEDIO	OBSERVACIÓN
		(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	
M - 1	Adición de 2%	2.07	2.07	0.51	(CONCAVIDAD)	1.5	Presenta Alabeo
M - 2	Adición de 2%	2.15	2.15	0.85	(CONCAVIDAD)	1.7	Presenta Alabeo
M - 3	Adición de 2%	2.23	2.23	0.75	(CONCAVIDAD)	1.7	Presenta Alabeo
M - 4	Adición de 2%	2.32	2.32	1.63	(CONCAVIDAD)	2.1	Presenta Alabeo
M - 5	Adición de 2%	2.40	2.40	1.71	(CONCAVIDAD)	2.2	Presenta Alabeo
M - 6	Adición de 2%	2.49	2.49	1.80	(CONCAVIDAD)	2.3	Presenta Alabeo
M - 7	Adición de 2%	2.57	2.57	1.88	(CONCAVIDAD)	2.3	Presenta Alabeo
M - 8	Adición de 2%	2.65	2.65	1.97	(CONCAVIDAD)	2.4	Presenta Alabeo
M - 9	Adición de 2%	2.74	2.74	1.19	(CONCAVIDAD)	2.2	Presenta Alabeo
M - 10	Adición de 2%	2.82	2.82	1.53	(CONCAVIDAD)	2.4	Presenta Alabeo
PROMEDIO		2.4	2.4	1.4			
RESULTADO FINAL ALABEO DE LOS PRISMAS=			2.1				

ALABEO							
BLOQUES DE TIERRA REFORZADA							
N° DE LADRILLOS	TIPO	LADO IZQ.	CENTRO	LADO DER.	ALABEO	PROMEDIO	OBSERVACIÓN
		(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	
M - 1	Adición de 2.5%	0.03	0.95	0.91	(CONCAVIDAD)	0.6	Presenta Alabeo
M - 2	Adición de 2.5%	0.10	2.41	2.77	(CONCAVIDAD)	1.8	Presenta Alabeo
M - 3	Adición de 2.5%	1.12	2.36	1.63	(CONCAVIDAD)	1.7	Presenta Alabeo
M - 4	Adición de 2.5%	2.04	3.02	1.15	(CONCAVIDAD)	2.1	Presenta Alabeo
M - 5	Adición de 2.5%	2.16	0.47	0.68	(CONCAVIDAD)	1.1	Presenta Alabeo
M - 6	Adición de 2.5%	0.68	0.16	1.53	(CONCAVIDAD)	0.8	Presenta Alabeo
M - 7	Adición de 2.5%	1.08	1.21	2.59	(CONCAVIDAD)	1.6	Presenta Alabeo
M - 8	Adición de 2.5%	3.12	1.27	1.36	(CONCAVIDAD)	1.9	Presenta Alabeo
M - 9	Adición de 2.5%	2.45	0.78	0.72	(CONCAVIDAD)	1.3	Presenta Alabeo
M - 10	Adición de 2.5%	1.84	1.34	0.85	(CONCAVIDAD)	1.3	Presenta Alabeo
PROMEDIO		1.5	1.4	1.4			
RESULTADO FINAL ALABEO DE LOS PRISMAS=			1.4				



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Kattyana Josheric Pantoja Calderon (Pág. 01 de 02)
Escuela : Ingeniería Civil
Tesis : "Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbicas"
Ensayo : UNIDADES DE ALBANILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albanilería
Referencia : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
VD 1	Muestra Patron 0%	279.10	139.40	78.30
VD 2		280.50	140.50	76.40
VD 3		279.30	138.60	80.10
VD 4		278.80	139.30	81.20
VD 5		281.10	140.70	79.30
VD 6		280.90	142.30	80.90
VD 7		281.70	140.80	76.80
VD 8		279.30	139.80	80.20
VD 9		280.90	140.10	78.60
VD 10		280.10	140.80	81.30
PROMEDIO		280.170	140.230	79.310
MEDIDAS DEL ESPECIMEN		280.00	140.00	80.00
VARIACIÓN (%)		0.061%	0.164%	-0.862%

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
VD 1	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	279.40	139.20	79.99
VD 2		279.99	139.80	78.40
VD 3		279.78	139.90	78.12
VD 4		279.90	139.89	78.92
VD 5		279.69	140.24	79.59
VD 6		279.54	139.55	80.01
VD 7		280.01	140.00	80.00
VD 8		280.13	141.00	79.99
VD 9		280.01	140.05	80.10
VD 10		280.10	140.20	80.09
PROMEDIO		279.855	139.983	79.521
MEDIDAS DEL ESPECIMEN		280.00	140.00	80.00
VARIACIÓN (%)		-0.052%	-0.012%	-0.599%



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Kattyana Josheric Pantoja Calderon (Pág. 02 de 02)
Escuela : Ingeniería Civil
Tesis : "Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbicas"
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería
Referencia : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
VD 1	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	279.30	139.60	78.90
VD 2		277.20	137.40	79.10
VD 3		278.80	139.10	79.50
VD 4		279.99	139.99	79.90
VD 5		279.30	138.60	78.70
VD 6		277.40	135.80	76.80
VD 7		279.20	137.50	79.90
VD 8		278.50	137.40	78.80
VD 9		279.90	140.00	80.00
VD 10		278.20	138.00	79.70
PROMEDIO		278.779	138.339	79.130
MEDIDAS DEL ESPECIMEN		280.00	140.00	80.00
VARIACIÓN (%)		-0.436%	-1.186%	-1.088%

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
VD 1	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	277.00	137.00	79.00
VD 2		272.00	139.00	79.00
VD 3		279.30	138.60	80.10
VD 4		278.80	139.30	81.20
VD 5		281.10	140.70	79.30
VD 6		280.90	142.30	80.90
VD 7		281.70	140.80	76.80
VD 8		279.30	139.80	80.20
VD 9		280.90	140.10	78.60
VD 10		280.10	140.80	81.30
PROMEDIO		279.110	139.840	79.640
MEDIDAS DEL ESPECIMEN		280.00	140.00	80.00
VARIACIÓN (%)		-0.318%	-0.114%	0.450%





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Kattyana Josheric Pantoja Calderon (Pág. 01 de 02)
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
 Tesis : Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbicas
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 Referencia : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.512	3.919	15.13 %
02	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.617	4.023	14.77 %
03	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.563	3.979	14.68 %
04	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.786	4.106	16.56 %
05	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.601	3.974	15.78 %
06	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.684	4.090	14.52 %
07	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.654	4.050	14.91 %
08	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.752	4.090	16.19 %
09	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.544	3.970	14.46 %
10	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.511	4.003	12.69 %

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.487	3.957	13.39 %
02	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.534	4.023	12.70 %
03	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.503	4.005	12.43 %
04	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.622	4.119	12.21 %
05	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.514	3.974	13.59 %
06	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.606	4.090	12.62 %
07	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.592	4.050	13.38 %
08	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.616	4.111	12.28 %
09	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.506	4.016	12.20 %
10	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.547	4.022	13.05 %

USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT

 USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Kattyana Josheric Pantoja Calderon

(Pág. 02 de 02)

Escuela 0

Tesis : Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbicas

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción

Referencia : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.493	4.144	8.42 %
02	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.666	4.312	8.21 %
03	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.818	4.481	7.52 %
04	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.750	4.392	8.15 %
05	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.695	4.353	7.86 %
06	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.642	4.287	8.28 %
07	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.717	4.372	7.89 %
08	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.907	4.573	7.30 %
09	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.294	3.956	8.54 %
10	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.507	4.151	8.58 %

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.244	3.963	7.09 %
02	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.288	4.071	5.33 %
03	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.381	4.104	6.75 %
04	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.395	4.187	4.97 %
05	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.389	4.102	7.00 %
06	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.234	3.965	6.78 %
07	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.271	4.008	6.56 %
08	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.387	4.155	5.58 %
09	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.325	4.061	6.50 %
10	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.278	4.036	6.00 %



Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. LABORATORIO
USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Kattyana Josheric Pantoja Calderon
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
 Tesis : Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbicas
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 Referencia : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

(Pág. 01 de 02)

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.355	3.919	11.13 %
02	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.434	4.023	10.22 %
03	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.383	3.979	10.15 %
04	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.641	4.106	13.03 %
05	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.421	3.974	11.25 %
06	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.517	4.090	10.44 %
07	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.492	4.050	10.91 %
08	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.606	4.090	12.62 %
09	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.413	3.970	11.16 %
10	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.418	4.003	10.37 %

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.366	3.957	10.34 %
02	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.471	4.023	11.14 %
03	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.411	4.005	10.14 %
04	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.517	4.119	9.66 %
05	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.375	3.974	10.09 %
06	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.527	4.090	10.68 %
07	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.470	4.071	9.80 %
08	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.545	4.111	10.56 %
09	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.415	4.016	9.94 %
10	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.463	4.022	10.96 %



Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Kattyana Josheric Pantoja Calderon
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbicas
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
Referencia : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

(Pág. 02 de 02)

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.384	4.144	5.79 %
02	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.558	4.312	5.71 %
03	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.704	4.481	4.98 %
04	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.628	4.392	5.37 %
05	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.585	4.353	5.33 %
06	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.537	4.287	5.83 %
07	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.601	4.372	5.24 %
08	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.820	4.573	5.40 %
09	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.194	3.956	6.02 %
10	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.373	4.151	5.35 %

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.115	3.963	3.84 %
02	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.212	4.071	3.46 %
03	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.251	4.104	3.58 %
04	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.313	4.187	3.01 %
05	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.255	4.088	4.09 %
06	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.103	3.965	3.48 %
07	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.159	4.008	3.77 %
08	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.290	4.155	3.25 %
09	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.179	4.041	3.41 %
10	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.184	4.036	3.67 %



Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Kattyana Josheric Pantoja Calderon (Pág. 01 de 02)
 Escula : Escuela de Ingeniería Civil
 Tesis : Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbicas
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Prueba inicial de absorción (SUCCIÓN)
 Referencia : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

0	Denominación de la unidad	Peso Saturado (g)	Peso seco (g)	Succión (gr/min/200cm2)
01	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.204	4.108	0.049201
02	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.137	4.081	0.028334
03	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.119	4.050	0.035542
04	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.211	4.157	0.027725
05	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.222	4.159	0.031762
06	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.235	4.173	0.030929
07	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.077	4.005	0.036197
08	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.276	4.202	0.037790
09	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.025	3.962	0.031921
10	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	4.071	4.020	0.025786

Muestra N°	Denominación de la unidad	Peso Saturado (g)	Peso seco (g)	Succión (gr/min/200cm2)
01	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.151	4.127	0.012305
02	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.171	4.136	0.017830
03	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.154	4.124	0.015283
04	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.023	3.986	0.018843
05	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	3.936	3.914	0.011184
06	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.236	4.208	0.014312
07	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.058	4.032	0.013225
08	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.109	4.078	0.015650
09	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.128	4.101	0.012712
10	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 1%	4.141	4.110	0.015741

TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Kattyana Josheric Pantoja Calderon (Pág. 02 de 02)
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
 Tesis : Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbicas
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Prueba inicial de absorción (SUCCIÓN)
 Referencia : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Peso Saturado (g)	Peso seco (g)	Succión (gr/min/200cm2)
01	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.102	4.045	0.029150
02	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.162	4.104	0.030365
03	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.021	3.972	0.025194
04	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.070	4.011	0.030015
05	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.004	3.958	0.023695
06	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	3.972	3.923	0.025937
07	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.131	4.077	0.028048
08	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.157	4.112	0.023449
09	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	3.969	3.922	0.023916
10	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2%	4.215	4.164	0.026489

Muestra N°	Denominación de la unidad	Peso Saturado (g)	Peso seco (g)	Succión (gr/min/200cm2)
01	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.055	4.017	0.019967
02	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.204	4.187	0.008966
03	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.053	4.032	0.010817
04	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	3.935	3.915	0.010269
05	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.021	4.003	0.009075
06	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.209	4.182	0.013469
07	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	3.973	3.958	0.007541
08	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.253	4.232	0.010724
09	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.151	4.112	0.019761
10	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA ADICIONANDO 2.5%	4.051	4.038	0.006573





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Nombre: Pantoja Calderon, Kattyana Josheric
Tesis: Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbicas
Ensayo: Ensayo de conductividad térmica

Conductividad Térmica-Bloque de Tierra Reforzada Patrón							
Datos del ensayo	Und	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Potencia de energía eléctrica	W	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Altura del Bloque (H)	m	0.1010	0.0981	0.1025	0.1014	0.1009	0.1000
Largo del Bloque (L)	m	0.2009	0.2005	0.1999	0.2031	0.2044	0.2013
Ancho del Bloque (A)	m	0.0890	0.0898	0.0904	0.0909	0.0898	0.0901
Área del Bloque	m ²	0.0203	0.0197	0.0205	0.0206	0.0206	0.0201
Temperatura de la Placa Caliente	°C	140.70	143.90	146.10	150.10	151.20	151.70
Temperatura de la Placa Caliente	°K	413.85	417.05	419.25	423.25	424.35	424.85
Temperatura de la Placa Fria	°C	24.60	24.60	24.70	24.90	25.00	25.10
Temperatura de la Placa Fria	°K	297.75	297.75	297.85	298.05	298.15	298.25
Conductividad Térmica (λ)	W/m²k	2.267	2.296	2.181	2.115	2.070	2.121

Conductividad Térmica-Bloque de Tierra Reforzada con adición de 1%							
Datos del ensayo	Und	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Potencia de energía eléctrica (pot)	W	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Altura del Bloque (H)	m	0.1001	0.1003	0.1007	0.1015	0.1009	0.1008
Largo del Bloque (L)	m	0.2005	0.2010	0.2009	0.2009	0.2018	0.1999
Ancho del Bloque (A)	m	0.0902	0.0905	0.0910	0.0920	0.0905	0.0919
Área del Bloque	m ²	0.0201	0.0202	0.0202	0.0204	0.0204	0.0201
Temperatura de la Placa Caliente	°C	119.30	119.10	119.60	120.20	121.70	120.20
Temperatura de la Placa Caliente	°K	392.45	392.25	392.75	393.35	394.85	393.35
Temperatura de la Placa Fria	°C	22.90	22.70	22.80	23.10	23.30	23.60
Temperatura de la Placa Fria	°K	296.05	295.85	295.95	296.25	296.45	296.75
Conductividad Térmica (λ)	W/m²k	2.797	2.794	2.788	2.788	2.718	2.833



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Nombre: Pantoja Calderon, Kattyana Josheric
Tesis: Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbicas
Ensayo: Ensayo de conductividad térmica

Conductividad Térmica-Bloque de Tierra Reforzada con adición de 2%							
Datos del ensayo	Und	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Potencia de energía eléctrica (pot)	W	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Altura del Bloque (H)	m	0.1021	0.1015	0.1011	0.1009	0.1003	0.1007
Largo del Bloque (L)	m	0.2007	0.2012	0.2020	0.2008	0.2015	0.2023
Ancho del Bloque (A)	m	0.0906	0.0913	0.0902	0.0918	0.0906	0.0928
Área del Bloque	m ²	0.0205	0.0204	0.0204	0.0203	0.0202	0.0204
Temperatura de la Placa Caliente	°C	274.39	273.93	275.08	276.46	279.91	276.46
Temperatura de la Placa Caliente	°K	547.54	547.08	548.23	549.61	553.06	549.61
Temperatura de la Placa Fría	°C	52.67	52.21	52.44	53.13	53.59	54.28
Temperatura de la Placa Fría	°K	325.82	325.36	325.59	326.28	326.74	327.43
Conductividad Térmica (λ)	W/m ² k	1.196	1.201	1.190	1.217	1.189	1.230

Conductividad Térmica-Bloque de Tierra Reforzada con adición de 2.5%							
Datos del ensayo	Und	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Potencia de energía eléctrica	W	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Altura del Bloque (H)	m	0.100	0.101	0.101	0.101	0.103	0.100
Largo del Bloque (L)	m	0.200	0.200	0.200	0.201	0.201	0.200
Ancho del Bloque (A)	m	0.092	0.091	0.090	0.093	0.091	0.091
Área del Bloque	m ²	0.020	0.020	0.020	0.020	0.021	0.020
Temperatura de la Placa Caliente	°C	422.10	431.70	438.30	450.30	453.60	455.10
Temperatura de la Placa Caliente	°K	695.25	704.85	711.45	723.45	726.75	728.25
Temperatura de la Placa Fría	°C	41.47	41.01	41.24	41.93	42.39	43.08
Temperatura de la Placa Fría	°K	314.62	314.16	314.39	315.08	315.54	316.23
Conductividad Térmica (λ)	W/m ² k	0.725	0.690	0.672	0.670	0.642	0.661



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Kattyana Josheric Pantoja Calderon (Pág. 01 de 01)
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : "Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, Resistencia a la compresión
Referencia : NORMA N.T.P. 399.613 - E.080

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
C-01	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	100.0	952	9.52
C-02	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	98.3	943	9.59
C-03	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	99.3	1008	10.15
C-04	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	99.5	1020	10.25
C-05	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	98.8	937	9.48
C-06	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA PATRÓN 0%	99.2	941	9.49

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
C-01	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 1%	99.4	1125	11.32
C-02	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 1%	100.1	1054	10.53
C-03	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 1%	98.5	1120	11.37
C-04	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 1%	101.1	1239	12.25
C-05	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 1%	101.2	1182	11.68
C-06	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 1%	97.9	1101	11.25

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
C-01	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	98.1	1337	13.62
C-02	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	98.7	1309	13.26
C-03	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	100.5	1375	13.68
C-04	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	100.1	1319	13.18
C-05	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	98.8	1383	13.99
C-06	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	101.0	1260	12.47

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
C-01	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	100.3	1574	15.70
C-02	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	99.7	1660	16.65
C-03	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	99.9	1600	16.01
C-04	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	100.1	1456	14.54
C-05	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	99.6	1633	16.33
C-06	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	98.7	1612	16.33

TÉCNICO DE LABORATORIO



Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesiste : Kattyana Josheric Pantoja Calderon
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Proyecto : "Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbicas "
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Ensayo : Resistencia a la tracción
Referenci : E.080

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	F _t (Kg/cm ²)
CT-01	MUESTRA PATRÓN CILINDRICA 0%	15/04/2024	13/05/2024	28	15.24	30.48	840	1.15
CT-02	MUESTRA PATRÓN CILINDRICA 0%	15/04/2024	13/05/2024	28	15.24	30.48	820	1.12
CT-03	MUESTRA PATRÓN CILINDRICA 0%	15/04/2024	13/05/2024	28	15.24	30.48	810	1.11
CT-04	MUESTRA PATRÓN CILINDRICA 0%	15/04/2024	13/05/2024	28	15.24	30.48	840	1.15
CT-05	MUESTRA PATRÓN CILINDRICA 0%	15/04/2024	13/05/2024	28	15.24	30.48	830	1.14
CT-06	MUESTRA PATRÓN CILINDRICA 0%	15/04/2024	13/05/2024	28	15.24	30.48	780	1.07

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	F _t (Kg/cm ²)
CT-01	MUESTRA CILINDRICA CON 1%	15/04/2024	13/05/2024	28	15.24	30.48	790	1.08
CT-02	MUESTRA CILINDRICA CON 1%	15/04/2024	13/05/2024	28	15.24	30.48	820	1.124
CT-03	MUESTRA CILINDRICA CON 1%	15/04/2024	13/05/2024	28	15.24	30.48	830	1.138
CT-04	MUESTRA CILINDRICA CON 1%	15/04/2024	13/05/2024	28	15.24	30.48	780	1.069
CT-05	MUESTRA CILINDRICA CON 1%	15/04/2024	13/05/2024	28	15.24	30.48	820	1.124
CT-06	MUESTRA CILINDRICA CON 1%	15/04/2024	13/05/2024	28	15.24	30.48	780	1.069

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	F _t (Kg/cm ²)
CT-01	MUESTRA CILINDRICA CON2%	14/08/2024	11/09/2024	28	15.24	30.48	890	1.22
CT-02	MUESTRA CILINDRICA CON2%	14/08/2024	11/09/2024	28	15.24	30.48	850	1.165
CT-03	MUESTRA CILINDRICA CON2%	14/08/2024	11/09/2024	28	15.24	30.48	890	1.220
CT-04	MUESTRA CILINDRICA CON2%	14/08/2024	11/09/2024	28	15.24	30.48	810	1.110
CT-05	MUESTRA CILINDRICA CON2%	14/08/2024	11/09/2024	28	15.24	30.48	820	1.124
CT-06	MUESTRA CILINDRICA CON2%	14/08/2024	11/09/2024	28	15.24	30.48	870	1.192

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	F _t (Kg/cm ²)
CT-01	MUESTRA CILINDRICA CON 2.5%	14/08/2024	11/09/2024	28	15.24	30.48	910	1.25
CT-02	MUESTRA CILINDRICA CON 2.5%	14/08/2024	11/09/2024	28	15.24	30.48	900	1.233
CT-03	MUESTRA CILINDRICA CON 2.5%	14/08/2024	11/09/2024	28	15.24	30.48	900	1.230
CT-04	MUESTRA CILINDRICA CON 2.5%	14/08/2024	11/09/2024	28	15.24	30.48	920	1.261
CT-05	MUESTRA CILINDRICA CON 2.5%	14/08/2024	11/09/2024	28	15.24	30.48	900	1.247
CT-06	MUESTRA CILINDRICA CON 2.5%	14/08/2024	11/09/2024	28	15.24	30.48	945	1.425

TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesistas : Kattyana Josheric Pantoja Calderon
Atención : Escuela de Ingeniería Civil
Proyecto : "Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Norma : N.T.P. 399.613 - 2017
Titulo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
F-01	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	14/05/2024	13/06/2024	4707.168	30	1.53	15.65
F-02	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	14/05/2024	13/06/2024	4511.036	30	1.43	14.60
F-03	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	14/05/2024	13/06/2024	4707.168	30	1.54	15.74
F-04	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	14/05/2024	13/06/2024	4903.3	30	1.55	15.78
F-05	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	14/05/2024	13/06/2024	4314.904	30	1.38	14.02

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
F-01	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	14/05/2024	13/06/2024	4707.168	30	1.63	16.67
F-02	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	14/05/2024	13/06/2024	5001.366	30	1.59	16.22
F-03	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	14/05/2024	13/06/2024	5491.696	30	1.83	18.71
F-04	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	14/05/2024	13/06/2024	5589.762	30	1.83	18.66
F-05	BLOQUES DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	14/05/2024	13/06/2024	4609.102	30	1.53	15.63




 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Testista: Kattyana Josheric Pantoja Calderon
 Escuela: Escuela de Ingeniería Civil
 Tesis: *Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave
 Ubicación: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Ensayo: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia del mortero a la tracción
 Referencia: NORMA N.T.P. E-080

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
C-01	PATRÓN 0%	127.84	780	3.05
C-02	PATRÓN 0%	127.84	740	2.89
C-03	PATRÓN 0%	127.76	790	3.09
C-04	PATRÓN 0%	127.92	770	3.01
C-05	PATRÓN 0%	127.76	790	3.09

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
C-01	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 1%	127.16	830	3.26
C-02	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 1%	127.84	790	3.09
C-03	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 1%	127.76	820	3.21
C-04	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 1%	127.92	810	3.17
C-05	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 1%	127.76	850	3.33

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
C-01	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	127.72	900	3.52
C-02	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	128.60	890	3.46
C-03	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	127.60	880	3.45
C-04	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	126.84	870	3.43
C-05	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2%	127.68	860	3.37

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
C-01	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	127.56	1140	4.47
C-02	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	130.09	1020	3.92
C-03	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	126.92	1140	4.49
C-04	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	128.04	970	3.79
C-05	BLOQUE DE TIERRA REFORZADA CON ADICIÓN DE 2.5%	129.00	910	3.53


 TÉCNICO DE LABORATORIO


 Henry Rivasdenegra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MA1



Tesista : Pantoja Calderon, Kattyana Joshene
 Atención : Escuela de Ingeniería Civil
 Proyecto : Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbicas
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque
 Código : E 0.80
 Ensayo : Método de ensayo para la resistencia a la compresión en muretes

Muestra N°	Identificación	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	h (cm)	e (cm)	Relación (h/e)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Coef. De corrección	F'm corr (kg/cm ²)
01	MUESTRA PATRÓN	27/06/2024	28	26.83	8.19	3.28	130.30	652.3	1.108	5.545
02		27/06/2024	28	27.1	8.1	3.35	131.54	887.6	1.108	7.474
03		27/06/2024	28	26.92	8.25	3.26	132.50	754.7	1.101	6.272
04		27/06/2024	28	27.12	8.02	3.38	127.52	950.9	1.111	8.281
05		27/06/2024	28	27.03	7.96	3.40	127.68	1007.37	1.112	8.771
06		27/06/2024	28	27.14	7.8	3.48	123.32	956.87	1.118	8.678

Muestra N°	Identificación	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	h (cm)	e (cm)	Relación (h/e)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Coef. De corrección	F'm corr. (kg/cm ²)
07	MUESTRA CON AGREGADO DE 2.5%	13/09/2024	28	27.02	7.99	3.38	127.44	1050	1.111	9.150
08		13/09/2024	28	27.02	8.01	3.37	130.00	1074.4	1.110	9.172
09		13/09/2024	28	26.99	8.25	3.27	130.93	1203.4	1.102	10.126
10		13/09/2024	28	26.92	8.08	3.33	131.38	1154.6	1.102	9.682
11		13/09/2024	28	26.99	7.82	3.45	125.35	1245.35	1.107	10.993
12		13/09/2024	28	26.95	8.05	3.35	129.20	1145.3	1.101	9.760



Solicitud de Ensayo : **0410A-24/LEMS W&C**
 Solicitantes : Kattyana Josheric Pantoja Calderón
 Proyecto : Tesis: Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbica
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de apertura : Viernes, 04 de octubre del 2024
 Inicio de Ensayo : Sabado, 05 de octubre del 2024
 Fin de ensayo : Sabado, 05 de octubre del 2024
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería
 Referencia : NORMA E 080

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	MURETE ADOBE PATRÓN	07/09/2024	05/10/2024	28	640	638	100	63888	2502	0.03	0.28
02	MURETE ADOBE PATRÓN	07/09/2024	05/10/2024	28	639	638	100	63813	2531	0.03	0.29
03	MURETE ADOBE PATRÓN	07/09/2024	05/10/2024	28	635	638	100	63638	2629	0.03	0.30
04	MURETE ADOBE PATRÓN	07/09/2024	05/10/2024	28	640	640	100	63988	2659	0.03	0.30
05	MURETE ADOBE PATRÓN	07/09/2024	05/10/2024	28	640	639	100	63938	2786	0.03	0.29
06	MURETE ADOBE PATRÓN	07/09/2024	05/10/2024	28	640	639	100	63925	2609	0.03	0.29

OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904
 Henry Ricardo Ojeda Ojeda
 Tec. Laboratorio USAT

Solicitud de Ensayo : **0410A-24/LEMS W&C**
 Solicitantes : Kattyana Josheric Pantoja Calderón
 Proyecto : Tesis Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbica
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de apertura : Viernes, 04 de octubre del 2024
 Inicio de Ensayo : Sabado, 05 de octubre del 2024
 Fin de Ensayo : Sabado, 05 de octubre del 2024
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
 Referencia : NORMA E.080

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	MURETE ADOBE + 2.5% P.A	07/09/2024	05/10/2024	28	639	638	100	63838	3139	0.03	0.35
02	MURETE ADOBE + 2.5% P.A	07/09/2024	05/10/2024	28	639	639	100	63925	3159	0.03	0.36
03	MURETE ADOBE + 2.5% P.A	07/09/2024	05/10/2024	28	638	639	100	63863	3178	0.04	0.36
04	MURETE ADOBE + 2.5% P.A	07/09/2024	05/10/2024	28	639	639	100	63925	3061	0.03	0.35
05	MURETE ADOBE + 2.5% P.A	07/09/2024	05/10/2024	28	640	640	100	63975	3218	0.04	0.36
06	MURETE ADOBE + 2.5% P.A	07/09/2024	05/10/2024	28	640	638	100	63900	3198	0.04	0.36

OBSERVACIONES

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
 WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


USAT
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
 TÉCNICO DE LABORATORIO


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP 244904
 Henry Ruedenebra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



AUTORIZACIÓN PARA EL RECOJO DE INFORMACIÓN

Pimentel, 15 de octubre del 2024

Quien suscribe:

Sr. Wilson Olaya Aguilar

REPRESENTANTE LEGAL DE - LEMS W&C EIRL

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado:

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE BLOQUES DE TIERRA REFORZADA INCORPORANDO PLUMAS DE AVE HIDROFÓBICA

Por el presente, el que suscribe, Wilson Olaya Aguilar representante legal de coordinación del laboratorio LEMS W&C EIRL, AUTORIZO al estudiante: Kattyana Josheric Pantoja Calderón, identificado con DN N° 72211914, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil Ambiental, y autor del trabajo de investigación denominado. **ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE BLOQUES DE TIERRA REFORZADA INCORPORANDO PLUMAS DE AVE HIDROFÓBICA**, al uso de dicha información que conforma el expediente técnico, así como hojas de memorias, cálculos entre otros como plantillas para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis de investigación, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.


LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 GERENTE GENERAL
 Atentamente.

Wilson Olaya Aguilar. DNI N°41437114

Tec. Coordinador de Laboratorio / Talleres




 Henry Rivas Encyru Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	1912-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
4. Equipo	PRENSA DE MURETES	
Capacidad	20000 kgf	
Marca	NO INDICA	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	LF-057	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIGH WEIGHT	
Modelo	315A	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	10 kgf	
Ubicación	NO INDICA	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
5. Fecha de Calibración	2023-03-01	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-03-02

USAT JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



Henry Rivadeneira Oblitas



USAT

913 028 621 / 913 028 622

913 028 623 / 913 028 624

www.perutest.com.pe

Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima

ventas@perutest.com.pe

PERUTEST SAC

TÉCNICO DE LABORATORIO



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de la fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.1 °C	26.1 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia


Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-005 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE 093-23 (B)
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-001 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE 093-23 A/C

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT




☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	2000	1990	2000	2000	1996
20	4000	4001	4021	4001	4008
30	6000	6042	6042	6042	6042
40	8000	8044	8044	8044	8044
50	10000	10046	10046	10046	10046
60	12000	12048	12048	12048	12048
70	14000	14050	14050	14050	14050
80	16000	16052	16052	16052	16052
90	18000	18054	18054	18054	18054
100	20000	20057	20057	20057	20057
Retorno a Cero		100.0	100.0	120.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
2000	0.39	0.50	1.00	0.50	0.66
4000	0.36	0.50	2.56	0.25	1.20
6000	-0.35	0.00	1.41	0.17	0.79
8000	-0.27	0.00	1.10	0.13	0.65
10000	-0.23	0.00	0.91	0.10	0.57
12000	-0.20	0.00	0.79	0.08	0.52
14000	-0.18	0.00	0.71	0.07	0.49
16000	-0.16	0.00	0.65	0.06	0.47
18000	-0.15	0.00	0.60	0.06	0.46
20000	-0.14	0.00	0.57	0.05	0.44

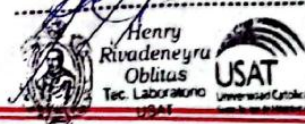
MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0.60 %
---	--------



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perufest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perufest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC

TECNOLOGÍA DE LABORATORIO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO A2LA CON CERTIFICADO
#6032.01 SEGUN ISO/IEC 17025 2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LTA-0167-2024

N° Id: 0000740169

Página 1 de 2

Expediente : 000502

Fecha de emisión : 2024-04-22

1. Solicitante : HOB RAMA S.A.C

Dirección : CAL. MARISCAL DOMINGO NIETO NRO. 480 INT. L-11
CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO -
CHICLAYO2. Instrumento calibrado: **TERMÓMETRO DIGITAL**

INDICADOR	SENSOR
Marca : No indica	Marca : No indica
Modelo : TM-902C	Modelo : No indica
N° de serie : No indica	N° de Serie : No indica
Código : TM-01 (*)	Código : TM-01-1 (**)
Alcance : -50 °C a 1300 °C	
Procedencia : No indica	
Resolución : 0,1° C	
Tipo de Sensor : Termistor	

3. Lugar de calibración : Laboratorio de temperatura de ALAB

4. Fecha de calibración : 2024-04-19

5. Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa siguiendo el PC-017 "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales". Segunda Edición. 2012. INDECOPI.

6. Trazabilidad

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

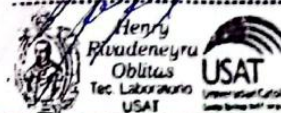
Este certificado de calibración no podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTT-014	Termómetro Digital de incertidumbre 0,022 °C a 0,025 °C	LT - 264 - 2023
PTT-026	Termómetro Digital de incertidumbre 0,022 °C a 0,025 °C	LT - 265 - 2023



Brian Juan Espejo Campos
Responsable de laboratorio



SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802 - Cel.: 977 515 129

www.alab.com.pe



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO A2LA CON CERTIFICADO
#6032 01 SEGUN ISO/IEC 17025 2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LTA-0167-2024

N° Id. 0000740169

Página 2 de 2

7. Condiciones de calibración

	Inicio	Final
Temperatura ambiental (°C)	22.5	23.0
Humedad relativa (% h.r.)	44.6	55.0

Tiempo de estabilización 10 min
Profundidad de inmersión 30 cm

8. Resultados de la calibración

Indicación del termómetro	Temperatura convencionalment e verdadera	Corrección	Incertidumbre
101,4	100,00	-1,40	0,25
155,8	150,02	-5,78	0,25
202,9	200,03	-2,87	0,25

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:
TCV = Indicación del termómetro + corrección

9. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO N°: IM-04760.
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.
- (*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
- (**) El código del sensor fue asignado por el laboratorio.

FIN DEL DOCUMENTO



Henry Rivasnegra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chulaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf. (+01) 717 5802 - Cel. 977 515 129

TECNICO DE LABORATORIO

www.alab.com.pe



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO A2LA CON CERTIFICADO
#6032.01 SEGUN ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LTA-0168-2024

Expediente : 000502

N°. Id.: 0000740170

Página 1 de 2

Fecha de emisión : 2024-04-22

1. Solicitante : HOB RAMA S.A.C

Dirección : CAL. MARISCAL DOMINGO NIETO NRO. 480 INT. L-11
CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO -
CHICLAYO

2. Instrumento calibrado: TERMÓMETRO DIGITAL

INDICADOR	SENSOR
Marca : No indica	Marca : No indica
Modelo : TM-902C	Modelo : No indica
N° de serie : No indica	N° de Serie : No indica
Código : TM-02 (*)	Código : TM-02-1 (**)
Alcance : -50 °C a 1300 °C	
Procedencia : No indica	
Resolución : 0,1° C	
Tipo de Sensor : Termistor	

3. Lugar de calibración : Laboratorio de temperatura de ALAB

4. Fecha de calibración : 2024-04-19

5. Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa siguiendo el PC-017 "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales". Segunda Edición. 2012. INDECOPI.

6. Trazabilidad

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

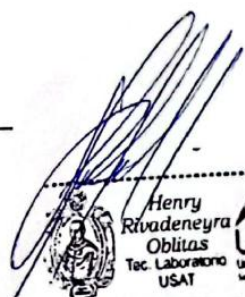

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTT-014	Termómetro Digital de Incertidumbre 0,022 °C a 0,025 °C	LT - 264 - 2023
PTT-026	Termómetro Digital de Incertidumbre 0,022 °C a 0,025 °C	LT - 265 - 2023

 
Brian Juan Espejo Campos
Responsable de laboratorio


Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT 

SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao

TÉCNICO DE LABORATORIO (+01) 717 5802 - Cel.: 977 515 129

www.alab.com.pe



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO A2LA CON CERTIFICADO
#6032.01 SEGUN ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LTA-0168-2024

N°. Id.: 0000740170

Página 2 de 2

7. Condiciones de calibración

	Inicio	Final
Temperatura ambiental (°C):	22,5	23,0
Humedad relativa (% h.r.):	44,6	55,0

Tiempo de estabilización : 10 min

Profundidad de inmersión : 30 cm

8. Resultados de la calibración

Indicación del termómetro	Temperatura convencionalmente verdadera	Corrección	Incertidumbre
100,0	100,00	0,00	0,21
149,9	150,02	0,12	0,21
201,1	200,03	-1,07	0,22

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:

$$TCV = \text{Indicación del termómetro} + \text{corrección}$$

9. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO N°: IM-04761.
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.
- (*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
- (**) El código del sensor fue asignado por el laboratorio.

FIN DEL DOCUMENTO



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Blanca N° 1877, Bellavista - Callao
Tel.: (+01) 717 5802 - Cel.: 977 515 129

www.alab.com.pe



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS

INFORME N° **LEM USAT 027-2024-II**

FECHA: **23 de octubre 2024**

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Kattyana Josheric Pantoja Calderon

TITULO DE LA TESIS: : Análisis de las propiedades mecánicas y físicas de bloques de tierra reforzada incorporando plumas de ave hidrofóbicas

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Ensayo Gravedad Especifica
- Granulometría por Tamizado
- Ensayo Limite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad
- Ensayo Granulometría por Sedimentación
- Ensayo Contenido de Humedad
- Ensayo de Permeabilidad
- Ensayo de Absorción
- Ensayo de Succión
- Ensayo de Conductividad térmica
- Alabeo
- Variación dimensional
- Resistencia del material de tierra reforzada a la compresión
- Resistencia del material de tierra reforzada a la tracción
- Resistencia a la flexión
- Resistencia de pilas a la compresión
- Resistencia del mortero a la tracción
- Resistencia del murete a la compresión diagonal
- Caracterización de plumas de ave hidrofóbica

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Responsable de Lab Ing. Civil