

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



**Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas  
de las unidades de tierra reforzada**

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

**AUTOR**

**José Ricardo Montalvo Chávez**

**ASESOR**

**Justo David Pedraza Franco**

<https://orcid.org/0000-0002-1027-2267>

**Chiclayo, 2024**

**Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades  
físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada**

PRESENTADA POR  
**José Ricardo Montalvo Chávez**

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

**INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR

Atilio Rubén López Carranza  
PRESIDENTE

César Eduardo Cachay Lazo  
SECRETARIO

Justo David Pedraza Franco  
VOCAL

## **Dedicatoria**

La presente investigación va dedicada primordialmente a Dios, que es el que me ayudó en cada momento a seguir con mis sueños para no rendirme a pesar de las adversidades que hay en el camino.

Dedicarle también a mi madre que siempre me dio el apoyo y la ayuda que necesité para poder lograr mis objetivos y alentarme a seguir.

A mi tío Carlos que me acompaña desde el cielo, que siempre estuvo dispuesto a ayudarme desde el primer momento que elegí mi proyecto de tesis.

## **Agradecimientos**

Mi agradecimiento al Ing. Justo David Pedraza Franco, que siempre estuvo pendiente al desarrollo de mi investigación, se involucró en todo momento fuera de las horas de asesoramiento y que me ayudó a lograr los objetivos a través de sus experiencias y recomendaciones además de motivar el respeto al medio ambiente.

A mi familia que siempre se involucraron y aportaron su granito de arena para lograr mis objetivos, especialmente a mi madre que siempre estuvo en cada momento del desarrollo de mi investigación y a mi tío Gustavo que siempre me alentó a la investigación y la búsqueda del conocimiento.

## INFORME DE ORIGINALIDAD

### Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada

#### ORIGINALITY REPORT

**22%**

SIMILARITY INDEX

**21%**

INTERNET SOURCES

**6%**

PUBLICATIONS

**6%**

STUDENT PAPERS

#### PRIMARY SOURCES

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Internet Source	7%
2	<a href="https://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Internet Source	6%
3	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Internet Source	1%
4	<a href="https://repositorioacademico.upc.edu.pe">repositorioacademico.upc.edu.pe</a> Internet Source	1%
5	<a href="https://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> Internet Source	<1%
6	<a href="https://repositorio.untumbes.edu.pe">repositorio.untumbes.edu.pe</a> Internet Source	<1%
7	Submitted to Universidad Andina del Cusco Student Paper	<1%
8	<a href="https://repositorio.upla.edu.pe">repositorio.upla.edu.pe</a> Internet Source	<1%
9	<a href="https://repositorio.unsaac.edu.pe">repositorio.unsaac.edu.pe</a> Internet Source	<1%

## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>15</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>16</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>17</b>
<b>Revisión de literatura.....</b>	<b>21</b>
Antecedentes .....	21
Bases teóricas .....	27
Tierra reforzada/ Adobe.....	27
Secado y cuidado de las unidades de tierra reforzada .....	28
Medidas de las unidades de las unidadesde tierra reforzada .....	28
Propiedades mecánicas de la tierra reforzada .....	28
Propiedades físicas de la tierra reforzada .....	28
Daños en construcciones de tierra reforzada.....	29
Selección del suelo .....	29
Método de prueba estándar para iones sulfato en agua (ASTM D 516).....	29
Métodos de prueba estándar para iones cloruro en agua (ASTM D 512) .....	30
Métodos de prueba estándar para el pH del agua (ASTM D 1293) .....	30
Métodos de prueba estándar para muestreo y prueba de ladrillos y tejas de arcilla estructural (ASTM C67).....	30
Tierra arcillosa.....	30
Fibra de enea .....	30
Mortero.....	31
Muro de tierra reforzada .....	32
Albañilería de muros de tierra reforzada .....	32
Norma E.050: Suelos y Cimentaciones .....	32
Norma E.0.70: Albañilería .....	33
Norma E-080: Diseño y Construcción con Tierra Reforzada .....	33
Análisis de costos económicos .....	34
Prueba Cinta de barro .....	34
Prueba Presencia de arcilla o Resistencia seca.....	34
Prueba Granulométrica (Prueba de la Botella) .....	35
Prueba de Solidez.....	36
Obtención de muestras representativas (cuarteo) en laboratorio (NTP 339.089) .....	36

Método de ensayo para determinar el Peso Específico Relativo de las partículas Sólidas de un Suelo (NTP 339.131 o ASTM D854).....	36
Método de Ensayo para determinar el Contenido de Humedad de un Suelo (NTP 339.127 o ASTM D2216).....	37
Método de ensayo para determinar el Límite Líquido y Límite Plástico e Índice de Plasticidad de suelos (NTP 339.129 o ASTM D4318).....	38
Método de Ensayo para el ensayo granulométrico (NTP 339.128 o ASTM D422).....	41
Método para la Clasificación Unificada de Suelos (SUCS) (NTP 339.134 o ASTM D2487) .....	42
Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería (NTP 399.613:2017) .....	43
Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe .....	43
Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de primas de adobe. (E080) .....	44
Método de Ensayo Normalizado Para La Determinacion de la Resistencia a La Compresion diametral en Muestras Cilindricas (E080) .....	45
Método de ensayo de tracción en morteros para la uilización en albañilería (N E080) .....	46
Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería (E080) .....	47
Ensayo de Flexión a la Unidad de Adobe.....	48
Ensayo de Absorción .....	49
Ensayo de periodo inicial de absorcion (succion).....	50
<b>Materiales y métodos .....</b>	<b>51</b>
<b>Tipo y Nivel de aplicación.....</b>	<b>51</b>
<b>Diseño de Investigación.....</b>	<b>51</b>
<b>Hipótesis .....</b>	<b>51</b>
<b>Diseño de Investigación.....</b>	<b>51</b>
<b>Población, muestra de estudio y muestreo .....</b>	<b>52</b>
<b>La muestra .....</b>	<b>53</b>
<b>Muestreo.....</b>	<b>53</b>
<b>Criterios de Selección.....</b>	<b>53</b>
<b>Operalización de variables .....</b>	<b>57</b>

<b>Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos .....</b>	<b>58</b>
<b>Procedimientos .....</b>	<b>61</b>
Lugar de fabricación de las Unidades de tierra reforzada .....	61
Lugar de obtención de la fibra de enea .....	61
Selección del suelo para la Fabricación de unidades de tierra reforzada .....	62
Obtención de la muestra óptima del tipo de suelo .....	62
Pruebas In Situ .....	63
Prueba Cinta de Barro .....	63
Prueba Presencia de arcilla o Resistencia seca .....	64
Pruebas de Granulometría o de la botella .....	64
Pruebas de Solidez .....	65
Pruebas de laboratorio .....	65
Peso Específico Relativo de las partículas sólidas (NTP 339.131 o ASTM D854) .....	65
Contenido de Humedad (NTP 339.127 o ASTM D2216) .....	66
Límite Líquido, Límite Plástico e índice de Plasticidad (NTP 339.129 o ASTM D43) .....	66
Granulometría .....	67
Análisis Químico del agua .....	67
Caracterización de la fibra .....	68
Elaboración de las Primeras muestras para ensayar .....	68
Elaboración de las unidades patrón .....	68
Elaboración de las unidades de acuerdo a los porcentajes .....	70
Ensayos de laboratorio para las Primeras muestras .....	71
Ensayo a la compresión en unidades .....	71
Ensayo de Tracción Indirecta en unidades .....	72
Ensayo a la Flexión en unidades .....	73
Ensayo de Absorción en unidades .....	73
Ensayo de periodo inicial de absorción (succión) .....	74
Ensayo de Resistencia a la tracción en morteros .....	75
Planteamiento del porcentaje óptimo para la realización de los siguientes ensayos planeados .....	75
Segunda elaboración de unidades de tierra reforzada para los demás ensayos .....	75
Ensayo de compresión en pilas .....	76
Ensayo de compresión diagonal en murete / Tracción indirecta en murete .....	77
Matriz de Consistencia .....	78
Consideraciones Éticas .....	79

<b>Resultados y discusión .....</b>	<b>81</b>
Pruebas In Situ .....	81
Prueba Cinta de barro .....	81
Prueba Presencia de arcilla o Resistencia seca.....	82
Pruebas de Granulometría o de la botella .....	82
Pruebas de Solidez .....	83
Pruebas de laboratorio .....	84
Peso Específico.....	84
Contenido de Humedad .....	84
Límite Líquido, Límite Plástico e índice de Plasticidad .....	85
Granulometría.....	86
Clasificación del suelo .....	87
Análisis Químico del agua .....	88
Caracterización de la fibra.....	88
Ensayo de compresión .....	89
Ensayo de Tracción Indirecta/Compresión diametral .....	90
Ensayo de Flexión.....	91
Ensayo de Absorción .....	92
Ensayo de Succión .....	95
Ensayo de Tracción en el mortero.....	99
Análisis del porcentaje óptimo para los siguientes ensayos .....	100
Análisis económico.....	103
Estudio de peso de estructura .....	106
Ensayo de Resistencia del murete a Compresión.....	107
Ensayo de Resistencia del murete a tracción indirecta .....	109
Evaluación de Impacto Ambiental.....	111
Discusión.....	166
<b>Conclusiones .....</b>	<b>178</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>181</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>183</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>190</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Daños a la tierra reforzada [1] .....	29
Figura 2: Prueba Presencia de arcilla [20].....	34
Figura 3: Resistencia seca del material [20] .....	35
Figura 4: Medición de capas de acuerdo con sus características [34].....	36
Figura 5: Relación T y K.....	37
Figura 6: Estimación de precisión.....	40
Figura 7: Medidas – ASTM .....	41
Figura 8: Ensayo de compresión en pilas [20] .....	45
Figura 9: Ensayo a la tracción del mortero [20].....	47
Figura 10: Procedimientos de desarrollo de la investigación (Elaboración propia).....	60
Figura 11: Mapa de Túcume .....	61
Figura 12: (a) Lugar de extracción de la fibra, (b) fibra en estado natural .....	62
Figura 13: Fibra de enea.....	62
Figura 14: Lugar de elaboración de tierra reforzada .....	63
Figura 15: Prueba de cinta de barro.....	63
Figura 16: Prueba de Presencia de Arcilla .....	64
Figura 17: Prueba de la botella.....	64
Figura 18: Prueba de solidez .....	65
Figura 19: Peso relativo de las partículas sólidas.....	65
Figura 20: Contenido de Humedad .....	66
Figura 21: Límite líquido, Límite plástico e índice de plasticidad.....	66
Figura 22: Granulometría .....	67
Figura 23: Caracterización del agua.....	67
Figura 24: Universidad Nacional de Trujillo (a) Laboratorio Facultad de Ambiental (b) Laboratorio Facultad de Ingeniería Civil .....	68
Figura 25: Gavera (a) Tradicional (b) Cubitos (c) cilindros .....	69
Figura 26: Elaboración de unidades patrón.....	69

Figura 27: Ensayo de Compresión en unidades .....	72
Figura 28: Ensayo a la tracción .....	72
Figura 29: Ensayo de Flexión.....	73
Figura 30: Absorción en unidades.....	74
Figura 31: Ensayo de succión del adobe .....	74
Figura 32: Ensayo a la tracción del mortero.....	75
Figura 33: Ensayo de compresión en pilas .....	76
Figura 34: Ensayo de compresión en muretes.....	77
Figura 35: Distribución de muestras por ensayo .....	151
Figura 36: Gráfica de Desviación Estándar –Ensayo de compresión .....	153
Figura 37: Gráfica de Desviación Estándar –Ensayo de flexión.....	155
Figura 38: Gráfica de Desviación Estándar –Ensayo de tracción indirecta .....	158
Figura 39: Gráfica de Desviación Estándar –Ensayo de Succión .....	160
Figura 40: Gráfica de Desviación Estándar –Ensayo de compresión en pilas .....	162
Figura 41: Gráfica de Desviación Estándar –Ensayo de compresión .....	164
Figura 42: Tratamiento de muestra .....	233
Figura 43: Muestras de enea llevadas al laboratorio .....	236

## LISTA DE CUADROS

Tabla 1: Cantidad de muestras de Resistencia a Compresión de Unidades de tierra reforzada	54
Tabla 2: Cantidad de muestras de Resistencia a Compresión en pilas de tierra reforzada	54
Tabla 3: Cantidad de muestras de Resistencia a Tracción	54
Tabla 4: Cantidad de muestras de Absorción	54
Tabla 5: Cantidad de muestras de compresión diagonal	55
Tabla 6: Cantidad de muestras de Resistencia a Flexión	55
Tabla 7: Cantidad de muestras ensayo de tracción en mortero	55
Tabla 8: Cantidad de muestras ensayo periodo inicial de absorción (succión)	55
Tabla 9: Variables Independientes	57
Tabla 10: Variables Dependientes	57
Tabla 11: Variables Interviniente	57
Tabla 12: Consideraciones éticas	79
Tabla 13: Prueba cinta de barro	81
Tabla 14: Prueba presencia de arcilla	82
Tabla 15: Prueba de Granulométrica In Situ	83
Tabla 16: Prueba de solidez	83
Tabla 17: Peso Específico del suelo	84
Tabla 18: Contenido de humedad	85
Tabla 19: Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de plasticidad	85
Tabla 20: Ensayo de Granulometría	86
Tabla 21: Clasificación de suelo	87
Tabla 22: Caracterización de Agua	88
Tabla 23: Caracterización Física de la Fibra de Enea	89
Tabla 24: Prueba a la compresión a los 28 días	90
Tabla 25: Prueba a la resistencia a la tracción a los 28 días	91
Tabla 26: Prueba a la flexión a los 28 días	92

Tabla 27: Prueba a la Absorción – Unidad patrón .....	93
Tabla 28: Prueba a la Absorción – Unidad adicionando 0.25% de fibra de enea .....	93
Tabla 29: Prueba a la Absorción – Unidad adicionando 0.50% de fibra de enea .....	94
Tabla 30: Prueba a la Absorción – Unidad adicionando 0.75% de fibra de enea .....	94
Tabla 31: Prueba a la Absorción – Unidad adicionando 1.25% de fibra de enea .....	94
Tabla 32: Prueba a la Succión – Unidad patrón .....	95
Tabla 33: Prueba a la Succión – Unidad adicionando 0.25% de fibra de enea .....	96
Tabla 34: Prueba a la Succión – Unidad adicionando 0.50% de fibra de enea .....	97
Tabla 35: Prueba a la Succión – Unidad adicionando 0.75% de fibra de enea .....	97
Tabla 36: Prueba a la Succión – Unidad adicionando 1.25% de fibra de enea .....	98
Tabla 37: Prueba a tracción del mortero .....	100
Tabla 38: Comparación ensayo a la compresión .....	101
Tabla 39: Comparación ensayo a la tracción .....	101
Tabla 40: Comparación ensayo a la flexión .....	101
Tabla 41: Comparación ensayo a la Absorción .....	102
Tabla 42: Comparación ensayo a la Succión .....	102
Tabla 43: Costo por Unidad de Adobe .....	104
Tabla 44: Costo por m2 de adobe .....	105
Tabla 45: Costo de elaboración de un muro de adobe .....	105
Tabla 46: Presupuesto Total .....	105
Tabla 47: Prueba a la compresión en pilas – Unidad patrón .....	107
Tabla 48: Prueba a la compresión en pilas – Unidades adicionando 0.50% de fibra de enea .....	108
Tabla 49: Prueba a la compresión diagonal en muretes – Unidades patrón .....	109
Tabla 50: Prueba a la compresión diagonal en muretes – Unidades adicionando 0.50% de fibra de enea .....	110
Tabla 51: Estándares de Calidad Ambiental para Aire [44] .....	117
Tabla 52: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Ruido [45] .....	118
Tabla 53: Medidas de Estadísticos de frecuencia .....	152

Tabla 54: Límites de desviación.....	152
Tabla 55: Muestras analizadas por porcentaje Kruskal-Wallis .....	153
Tabla 56: Medidas de Estadísticos descriptivos .....	153
Tabla 57: Medidas de Estadísticos descriptivos .....	154
Tabla 58: Límites de desviación.....	155
Tabla 59: Muestras analizadas por porcentaje Kruskal-Wallis .....	156
Tabla 60: Medidas de Estadísticos descriptivos .....	156
Tabla 61: Medidas de Estadísticos descriptivos .....	157
Tabla 62: Límites de desviación.....	157
Tabla 63: Muestras analizadas por porcentaje Kruskal-Wallis .....	158
Tabla 64: Medidas de Estadísticos descriptivos .....	159
Tabla 65: Medidas de Estadísticos descriptivos .....	159
Tabla 66: Límites de desviación.....	160
Tabla 67: Muestras analizadas por porcentaje Kruskal-Wallis .....	161
Tabla 68: Medidas de Estadísticos descriptivos .....	161
Tabla 69: Medidas de Estadísticos de frecuencia.....	162
Tabla 70: Límites de desviación.....	162
Tabla 71: Muestras analizadas por porcentaje Kruskal-Wallis .....	163
Tabla 72: Medidas de Estadísticos descriptivos .....	163
Tabla 73: Medidas de Estadísticos de frecuencia.....	164
Tabla 74: Límites de desviación.....	164
Tabla 75: Muestras analizadas por porcentaje Kruskal-Wallis .....	165
Tabla 76: Medidas de Estadísticos descriptivos .....	165

## LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1: Peso específico .....	37
Ecuación 2: Contenido de humedad.....	38
Ecuación 3: Índice de plasticidad.....	41
Ecuación 4: granulometría (Ecuación 1).....	42
Ecuación 5: granulometría (Ecuación 2).....	42
Ecuación 6: granulometría (Ecuación 3).....	42
Ecuación 7: Compresión en unidades [20].....	44
Ecuación 8: Compresión en pilas .....	45
Ecuación 9: Ecuación de tracción [20].....	46
Ecuación 10: Ensayo de tracción en el mortero .....	47
Ecuación 11: Compresión diagonal en muretes [20].....	48
Ecuación 12: Flexión en unidades [42]. .....	49
Ecuación 13: Absorción en unidades [42].....	49
Ecuación 14: Succión en unidades [42]. .....	50

## Resumen

Las unidades de tierra reforzada forman parte fundamental como material de construcción para las viviendas de mucha persona, por eso resulta fundamental el estudio de sus propiedades físicas/mecánicas para asegurar el bienestar de las personas. Esta investigación se realizó con tierra de la ciudad de Túcume ya que hay grandes monumentos de barro que abalan su resistencia y durabilidad, además de verificar si la tierra es buena mediante pruebas in situ y pruebas de laboratorio. Por otro lado, la obtención de fibra se realizó de un dren con un secado de 2 semanas para adicionarlas a las unidades de tierra reforzada verificando sus propiedades físicas y químicas en un laboratorio al igual que el agua utilizada ya que también influye en los resultados. Esta investigación tiene como finalidad conocer la influencia que genera la adición de fibra de enea realizando una comparativa de un adobe patrón comparado con adobes adicionando 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1.25% de fibra de enea en peso los cuales fueron sometidos a ensayos de laboratorio y el porcentaje con una mejor influencia se realizaron muretes y pilas. Finalmente se concluyó que la adición de 0.5% de fibra de enea es la que tiene mejores resultados en comparación con los demás porcentajes además que la adición de fibra de enea ayuda a mejorar su resistencia a flexión y succión.

**Palabras clave:** Adobe, Fibra de enea, Resistencia, sostenible

### **Abstract**

Reinforced earth units are a fundamental part of construction material for many people's homes, which is why the study of their physical/mechanical properties is essential to ensure the well-being of people. This research was carried out with soil from the city of Túcume since there are large mud monuments that demonstrate its resistance and durability, in addition to verifying whether the soil is good through in situ tests and laboratory tests. On the other hand, fiber was obtained from a drain with a drying period of 2 weeks to add them to the reinforced earth units, verifying their physical and chemical properties in a laboratory as well as the water used since it also influences the results. The purpose of this research is to know the influence generated by the addition of cattail fiber by making a comparison of a standard adobe compared to adobes adding 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1.25% of cattail fiber by weight which were subjected to tests. laboratory and the percentage with a better influence were made walls and basins. Finally, it is concluded that the addition of 0.5% of cattail fiber is the one that has the best results compared to the other percentages, and the addition of cattail fiber helps to improve its resistance to bending and suction.

**Keywords:** Adobe, Enea fiber, Resistance, sustainable

## **Introducción**

Desde el inicio de las civilizaciones, las personas siempre han buscado formas de protegerse de diferentes peligros y poder tener un lugar en donde establecerse, la primera forma que desarrolló el hombre fue el uso de las cavernas que encontraban en su caminar y por su sistema de confort que los protegía de los problemas del ambiente como de los depredadores, pero esto llegó a cambiar ya que en muchos casos las zonas donde se encontraban estos lugares eran lugares montañosas que no le proveían ninguna ventaja; luego de que el hombre evolucionara entonces se vieron obligados a tener un lugar seguro y al mismo tiempo que resulte beneficiado por las actividades de ganadería y agricultura que formaron parte del desarrollo humano. Por consiguiente, las personas comenzaron a desarrollar sus viviendas con materiales propios de la zona he aquí la primera utilización de la tierra reforzada como un material que cumpla la función de dar seguridad y de un fácil desarrollo; he aquí un material tan bueno y sostenible que hasta el día de hoy podemos ver en diferentes zonas del mundo. Uno de los casos más reconocidos es el de América latina con la construcción de la cultura Chimú hacia 900 DC una gran ciudad de tierra llamada Chan Chan que sigue perseverando a través del tiempo y los procesos ambientales [1]. Según el INEI de Perú en el año 2017 se tuvo un resultado que el 27.9% de la población habita en viviendas con paredes de tierra cocida, tapial o adobe que es el segundo material más usado luego del concreto (más utilizado) reconociendo la importancia que tiene estos materiales en la vida y el desarrollo de muchos de los pobladores que habitan en el Perú [2].

Las unidades de tierra reforzada también llamada antiguamente como adobe sigue siendo un material muy esencial en el desarrollo de muchas personas; por eso en muchos lugares se encuentran normadas especialmente en el Perú ya se encuentra vigente por la Norma E-080 la cual da requerimientos para construir de manera correcta respetando unos parámetros establecidos que se demuestran en base a los ensayos de la laboratorio para verificar sus propiedades mecánicas y su resistencia sísmica, cabe recalcar que los materiales comunes en la creación de la tierra reforzada es brindar confort y seguridad en todo aspecto a las personas que la habitan, por eso es necesario cumplir con las normas establecidas para evitar problemas en su desarrollo.

La tierra como material es de gran abundancia en el planeta tierra con características de disminuir costos y reducir la energía en la fabricación ya que a la hora de fabricar los materiales más comunes como el cemento y el ladrillo se utilizan necesariamente la elevación de la temperatura generando un impacto negativo, por otro lado, el adobe tiene la capacidad de

mantener la temperatura interna de la vivienda generando un confort en las zonas altas y frías donde es más difícil construir [3].

La industria de la construcción es uno de los que más genera gases responsables del cambio climático como son los gases de efecto invernadero con cerca del 37% de emisiones en todo el mundo [4], esto nos hace como investigadores a estar en la búsqueda de materiales responsables con el medio ambiente.

En los antecedentes se planteó la incorporación de fibras naturales para mejorar el comportamiento mecánico de las unidades de tierra reforzada, utilizando fibras naturales como lo son las fibras de coco y la fibra de plátano con la adición de un estabilizante como es el cemento. Específicamente en la elaboración de adobes con la adición de una fibra natural como es la fibra de yute en porcentaje de 0.5 a 2%, obteniendo los resultados se observó que en promedio la resistencia a la tracción aumenta de 0.69 a 0.74 MPa, sin embargo, para la compresión disminuyó de 3.7 MPa a 2.4 MPa [5].

El presente proyecto cuyo ámbito de estudio se realiza en la incorporación de una fibra natural como adición de las unidades de tierra reforzada, ya que se obtuvo antecedentes que mejoran sus propiedades, pero con respecto a la fibra planteada se tiene poco conocimiento o muy limitado con respecto a la influencia que genera específicamente a sus propiedades mecánicas y físicas, para así proporcionar un material innovador y de fácil adquisición en base a los resultados obtenidos en el laboratorio. Asimismo, en caso se obtenga resultados positivos sirva para proporcionar a las personas un material que sea beneficioso y barato, además de sembrar una idea para que otros investigadores también puedan experimentar con esta fibra para otras utilidades ya que es un material sostenible si se usa de manera correcta o en la utilización de otros materiales.

La problemática que plantea solventar esta investigación, es la poca resistencia y cuidado que se utiliza en las unidades de tierra reforzada donde los que realizan los adobes no consideran las resistencias mínimas que deben de tener, sino que utilizan cualquier tierra disponible en el sitio sin ninguna prueba basándose totalmente en su experiencia, reconociendo que la tierra reforzada es de vital importancia en la vida de muchas personas y por ende el gobierno Nacional Peruano realizó una norma para especificar sus criterios y resistencias, otro problema a solventar es la quema de este tipo de plantas al aire libre (ya que muchos pobladores lo consideran hierba mala) que crean contaminación y si reconoce su importancia puede darse un mejor uso.

Las fibras naturales como material para la elaboración de textiles se elaboran 31.5 millones de toneladas al año, que hace referencia al 27% de toda la producción frente a las fibras

sintéticas que tienen su uso más globalizado [6]. El material que se propuso es un material de un costo menor y de fácil adquisición por eso si se demostrara que la influencia que se genera es positiva en las propiedades de las unidades de tierra reforzada traerá gran ayuda económica a las personas a la hora de fabricar el diseño de sus casas para evitar gastos excesivos en la planificación.

La pregunta de investigación: ¿Cuál es la influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada?

El objetivo general de la investigación es evaluar la influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de tierra reforzada para los porcentajes de 0.25%, 0.50%, 0.75 % y 1.25% en peso, que se podrá llevar a cabo con el desarrollo de los siguientes objetivos específicos:

Clasificar el tipo de suelo mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) de la cantera de suelo que se va a trabajar.

Analizar las características del agua utilizada para la elaboración de las unidades de tierra reforzada mediante un análisis químico.

Analizar las propiedades físicas de las fibras de enea mediante ensayos de laboratorio.

Evaluar la resistencia a la compresión de las unidades de tierra reforzada para las dosificaciones de fibra de enea de: 0.25, 0.50, 0.75 y 1.25%.

Evaluar la resistencia a la tracción de las unidades de tierra reforzada para las dosificaciones de fibra de enea de: 0.25, 0.50, 0.75 y 1.25%.

Evaluar la resistencia a la flexión de las unidades de tierra reforzada para las dosificaciones de fibra de enea de: 0.25, 0.50, 0.75 y 1.25%.

Evaluar la permeabilidad de las unidades de tierra reforzada a través del ensayo adaptado de absorción para las dosificaciones de fibra de enea de: 0.25, 0.50, 0.75 y 1.25%.

Identificar el porcentaje óptimo de entre los porcentajes experimentados en relación de sus propiedades físico/mecánicas con respecto a la muestra patrón.

Comparar el precio unitario de una unidad patrón en comparación de la adición de las diferentes dosificaciones.

Evaluar la resistencia a la compresión diagonal en muretes conformados por unidades de tierra reforzada con respecto al porcentaje óptimo y las muestras patrón.

Evaluar la resistencia a la compresión en pilas conformados por unidades de tierra reforzada con respecto al porcentaje óptimo y las muestras patrón

Realizar la evaluación del impacto ambiental para el desarrollo del proyecto.

### ***Justificación***

El trabajo de investigación presentado busca proporcionar un pequeño aporte al conocimiento de la ingeniería civil respetando los valores ambientales que van de la mano con la carrera que se está cursando, experimentando con fibra natural como es la fibra de enea que muchas veces la gente lo considera como hierba mala y lo utilizan para quemar la basura o lo maltratan, pero en base a los estudios realizados se realizó una comparativa de las fibras utilizadas normalmente comparado con la fibra de enea generando la hipótesis que pueda generar una mejora en sus propiedades. Finalmente se realizó un contraste de las propiedades de la fibra obtenidas de un artículo científico comparado con el análisis de laboratorio con las características que se establecieron.

Se plantea como la solución del problema de la peligrosidad que se genera en algunas viviendas que se utilizan unidades de la tierra reforzada sin ninguna verificación del tipo de suelo como con sus propiedades ya que en muchos casos se considera un suelo inadecuado y sin ninguna fibra que está en su mayoría es la que da una adhesión y resistencia. Para ello se debe de probar la hipótesis con experimentación mediante ensayos de laboratorio ofrecidas por la norma peruana para la creación de bloques que sean optimas y además no genere problemas de impacto ambiental negativo además de ser el caso que no se encuentre resultados positivos puede servir para otra utilidad que no sea estructural como uso de muros no estructurales, piso para duchas o de tarrajeo.

Uno de los puntos más importantes a tener en cuenta en este último siglo es la sostenibilidad y sustentabilidad; principalmente en los temas constructivos los materiales más comunes son de utilidad no renovable dejando un vacío importante ambiental que si no llegamos a cuidarlo se llegan a agotar produciendo un impacto ambiental negativo en los ecosistemas, la tierra reforzada a su vez es de uso sostenible respetando los parámetros de recolección de materiales para evitar también su escasez, reconocemos que estos puntos son respetados ya que este material se ha utilizado muchos siglos antes y todavía se sigue planteando mejorar sus resistencias mecánicas y física [7].

Además, la investigación busca verificar la influencia que genera la adición de fibra de enea a la tierra reforzada para que en base a la experimentación ver si cumple con lo establecido por la norma en base a sus características mínimas. También las personas beneficiadas en este caso serían todas aquellas personas que construyen sus viviendas con tierra reforzada y aquellas personas que también busquen una mejora en su material constructivo; promoviendo a otros ingenieros a seguir investigando sobre la tierra reforzada ya que gran parte de las personas utilizan este material como la principal fuente de vivienda además de ser un material ecológico

que a diferencia de los procesos constructivos tradicionales genera una huella ecológica menor y que sirve con sus principales propiedades.

## **Revisión de literatura**

### **Antecedentes**

[5] **M. A. Zardari, A. Lakho, and M. A. Amur, “Structural behaviour of large size compressed earth blocks stabilized with jute fiber,” *Journal of Engineering Research*, vol. 8, no. 2, May 2020.**

El uso de fibras para la adición de los bloques de tierra reforzada es una acción sostenible y sustentable para trabajar, inicialmente se desarrollaron muestras con la adición de cemento, pero esto no generaría ningún cambio medioambiental porque los bloques al ser destruidos tendrían un material difícil de eliminar, por eso se plantea la utilización de fibras de yute que es una planta fibrosa que presenta características especiales a la hora de resistir ya que en muchos casos se utilizan para la elaboración de sillas y gorras. Para el estudio se plantea el mejoramiento de los bloques de tierra comprimida con los porcentajes específicos de 0.5 a 2% de fibra de yute en peso para conocer sus resultados. En conclusión, el estudio demostró que la adición de dicha fibra ayudó a aumentar el módulo de rotura y específicamente en el porcentaje de 0.5% ayudó a minimizar las grietas por secado, en cuanto a la resistencia a la tracción aumentó de 0.69 a 0.74 MPa. Sin embargo, la resistencia a la compresión promedio en las fibras disminuyó de 3.7 MPa a 2.4 MPa con respecto al adobe patrón. Se consideró como antecedente debido a que en esta investigación se utiliza fibra de yute en la elaboración de bloques de tierra, que es un material muy parecido a la fibra de enea ya que también se utiliza en la elaboración de sillas y gorras para poder ser comparados los resultados.

[8] **N. Kumar and M. Barbato, “Effects of sugarcane bagasse fibers on the properties of compressed and stabilized earth blocks,” *Constr Build Mater*, vol. 315, p. 125552, Jan. 2022**

El uso de las fibras naturales constituye en gran cantidad como adición a las unidades de tierra reforzada, típica y tradicionalmente se considera la incorporación de pajillas y fibras comunes de la zona. En el presente artículo se plantea la utilización del bagazo de caña de azúcar como incorporación a las unidades tradicionales para probar la hipótesis de que mejoran las resistencias mecánicas y su durabilidad; específicamente se utilizaron porcentajes de bagazo de caña de azúcar con 0.5 y 1.0% en peso y como estabilizante también se utilizó el cemento de 6% y 12% en peso. Como conclusión se obtuvo los resultados que el 0.5% de fibra de bagazo

sin cemento es el valor crítico ya que su valor de fractura va aumentando con respecto a la cantidad de cemento que se le agregue, se debe de reconocer que simplemente no se busca las mayores resistencias de compresión como de flexión, también se debe de controlar la dureza del material, que mide la cantidad de partículas o de peso que pierde al ser sometido a diferentes procesos. Se escogió esta investigación como antecedente por el uso de una fibra natural como es el bagazo de caña además de ser utilizado típicamente por algunos adoberos de la zona de Lambayeque, mostrando resultados positivos sin la necesidad de utilizar un estabilizante como es el cemento.

[9] **P. Donkor, E. Obonyo, and C. Ferraro, “Fiber Reinforced Compressed Earth Blocks: Evaluating Flexural Strength Characteristics Using Short Flexural Beams,” *Materials*, vol. 14, no. 22**

Las fibras artificiales del mismo modo que las fibras naturales pueden ayudar a mejorar las propiedades de las unidades de tierra reforzada. Por eso en el presente artículo se centra en la elaboración de pequeñas vigas las cuales se centrarán en ensayos de flexión característicos que nos ayudará como antecedente a la hora de plantear el ensayo de flexión en las diferentes investigaciones consiguientes, en general en esta investigación las unidades de tierra reforzada presentan poca resistencia a la flexión por eso se plantea la utilización de un tipo de fibra artificial que es la fibra de polipropileno en los porcentajes de 0.2%,0.4%,0.6%,0.8% y 1% de peso con la adición de cemento ordinario como estabilizante en porcentaje de 8%. Después de realizar el ensayo se obtuvo que un punto de inflexión de los porcentajes se obtuvo que a partir del 0.6% que se obtuvo una característica más dúctil y que a partir de ahí los resultados fueron aumentando especialmente en el porcentaje de fibra de 0.2 y 0.4% donde hubo una reducción de la capacidad de carga después del agrietamiento producido inicialmente en el laboratorio. Se consideró este antecedente en la investigación debido a los porcentajes que se utilizaron son muy parecidos a los que se utilizaron en el desarrollo de esta tesis, reconociendo que a pesar de que se vean muy pequeños, se puede notar una varianza en los resultados.

[10] **J. Concha-Riedel, F. C. Antico, and G. Araya-Letelier, “Mechanical and damage similarities of adobe blocks reinforced with natural and industrial fibres,” *Matéria (Rio de Janeiro)*, vol. 25, no. 4, p. e-12906, Dec. 2020**

En el presente artículo de investigación se plantea la adición de fibra natural como es el yute comparado con ladrillos de tierra sin ningún aditivo, como con adición de fibra sintética como es el Micropolipropileno y fibra animal como es el pelo de cerdo. Los primeros resultados muestran que cualquiera de estas fibras da un mejor secado por contracción con respecto al patrón ya que hace que el material se encuentre con mayor cohesión, en los principales

resultados se tiene que en cuanto a la resistencia a la compresión y flexión no aumentaron ni disminuyeron estadísticamente por un nivel de confiabilidad del 95%. Sin embargo, se tiene resultados positivos en cuanto a la resistencia de impacto con valores bajos de 2% de fibra de yute en medidas de 30 mm y destacando la medida de 0.5% de adición de fibra en longitud de 30 mm. Finalmente el investigador escoge las fibras naturales porque tiene menor impacto con el medio ambiente, sabiendo que las fibras artificiales no generan mayor resultado positivos. Esta investigación se consideró como antecedente debido a que presenta una confiabilidad del 95% considerando fibras naturales demostrando que además de realizar estudios experimentales también se realizó un análisis estadístico para verificar la confianza que se tiene de todos los datos obtenidos luego de la experimentación.

[11] **E. Olacia, A. L. Pisello, V. Chiodo, S. Maisano, A. Frazzica, and L. F. Cabeza, “Sustainable adobe bricks with seagrass fibres. Mechanical and thermal properties characterization,” Constr Build Mater, vol. 239, p. 117669, Apr. 2020**

En el artículo de investigación se plantea la comparación de un adobe incorporando fibra común como es la paja con respecto a la adición de fibras de posidonia que es una fibra procedente del pasto marino, para demostrar su hipótesis lo primero que realizó el investigador es el estudio individual de cada fibra como material teniendo mejores resultados la paja. Sin embargo también se realizaron ensayos a las unidades de tierra adicionando estas dos fibras, teniendo resultados como que los máximos valores en resistencia a compresión se tuvo con la adición de 0.5% de fibra de posidonia con valor de 2,824 Mpa, en cuanto a la resistencia a la flexión se obtuvieron resultados positivos cuando aumenta el porcentaje de adición principalmente con adición de 3% con valor de 0,600 Mpa, concluyendo que la adición de esta fibra aumento a estos dos valores mecánicos con casi un 30% de aumento para un adobe sin adición cuando se agrega 1.5% a 3%. Finalmente se concluyó que la adición de esta fibra ayuda a mejorar las propiedades además de ser de fácil adquisición para las personas que cuentan en su ecosistema. Esta investigación fue escogida como antecedente debido a que muestra que la adición de 0.5% de una fibra natural como es la posidonia puede es la que presenta mejores resultados frente a la adición de una mayor cantidad, demostrando que no siempre los porcentajes más altos son los que resultan más beneficiosos.

[12] **F. Abdelkader, R. Mohamed, K. Cheikh, and R. Rabehi, “Mechanical properties of compressed earth blocks reinforced with glass fibers and palm fibers: Experiments and simulation,” The Journal of Engineering and Exact Sciences, vol. 9, no. 5, pp. 15916–01e, Jun. 2023**

En este artículo de investigación plantea la idea de utilizar materiales sostenibles y económicos para añadir a las unidades de tierra tratando de mejorar sus propiedades. En los porcentajes de adición se utilizó la fibra de vidrio y fibra de palma en porcentajes de 0.1% - 0.2% - 0.3% - 0.4% - 0.5% para ambas por separado, para demostrar la hipótesis se centró en ensayos de laboratorio. Los resultados obtenidos en la investigación fue que la adición de 0.2% de fibra de palma es la que mejor resultados tuvo con respecto a la resistencia a la compresión en cuanto a la fibra natural con un aumento de 24%, para la resistencia a la flexión se tuvo mejores resultados para la fibra natural con la adición de 0.2% aumentando en 25,7% su resistencia. Demostrando esta fibra natural tiene una influencia positiva a las unidades de tierra. Esta investigación fue escogida como antecedente debido a que demuestra que una fibra natural como es la adición de la palma puede resultar más beneficiosa que la adición de fibra de vidrio en este caso para su uso en resistencia a la flexión.

[13] **C. E. Vásquez Arteaga, V. A. Ocas Oyarce, C. M. Fernandez Diaz, M. A. Cerna Vasquez, S. E. Soto Abanto, and F. A. Calvanapón Alva, “Analysis of the physical and mechanical properties of adobe with the addition of sugarcane bagasse.” Aug. 11, 2023.**

En el presente artículo se realizaron adobes con tierra de Mórrope realizando una comparativa con respecto al adobe patrón y la adición de bagazo de caña de azúcar en porcentajes de 0.5% - 1% - 2% - 3%, cuyas muestras se sometieron a pruebas de laboratorio de acuerdo a la norma E080. Se obtuvo como resultado que para las pruebas que se considera el uso de agua como en succión, mejora en un 126.67% y para el ensayo de absorción la adición mejora en 31.25%. Para la compresión en muretes la adición mejora en un 23.85% con respecto a la muestra patrón, del mismo modo que para la compresión en cubos aumenta en un 48.96%. Finalmente se puede decir que la mejor dosificación es la del 2% de bagazo de caña. Se referenció este antecedente nacional debido a que este artículo utiliza la normativa peruana E080 para la realización de sus ensayos, del mismo modo que la presente investigación además de demostrar que la adición de bagazo de caña de azúcar trae beneficios frente a las unidades que no tienen ningún aditivo.

[14] **L. Vasquez Vasquez, H. R. Mosqueira Ramirez, and M. A. Mosqueira Moreno, “Analysis of the mechanical and physical properties of adobe compacted with ichu and with pine fibers.” Aug. 11, 2023.**

En el presente artículo se realizó la comparación de dos tipos de adobe; el primero es adicionando fibra de ichu en porcentajes de 2.5% - 5% - 7.5%. con respecto a un adobe adicionado fibra de pino en porcentaje de 2.5%. Para comprobar cual porcentaje y tipo de fibras es el que tiene mejores resultados con respecto a las propiedades del adobe, para demostrar la

hipótesis se realizaron ensayos de acuerdo a la Norma Peruana E080. El resultado máximo de resistencia a la compresión fue de 42.75 kg-f/cm<sup>2</sup> para la adición de fibra de ichu, para el resultado máximo de la resistencia a la flexión fue el de 33.02 kg-f/cm<sup>2</sup> del mismo modo que el ensayo anterior fue para la adición de ichu. Sin embargo, para la prueba de absorción el resultado más alto fue el de 3.05% para la adición de 5% de fibra de pino. Se tomó como referencia este antecedente nacional debido a que utiliza el ensayo de absorción en adobes utilizando la normativa NTP 399.613 referida a ladrillos ya que en la norma E080 no presenta este ensayo, pero que resulta esencial medir esta capacidad que tiene las unidades de adobe frente al agua.

[15] **J. Yolanda Chavez Atalaya and A. Elizabet Alva Sarmiento, “Propiedades físicas y mecánicas del adobe compactado con incorporación de fibras de coco.” Aug. 15, 2020.**

En la presente investigación se elaboraron muestras de adobe con adición de fibra de coco en porcentajes 0.25% - 0.5% - 0.75% comparado con muestras patrón, para los ensayos se hizo uso de la norma E080 utilizando tierra de “La arenilla” de Cajamarca. Se realizaron pruebas para medir el porcentaje de absorción de las muestras teniendo resultados negativos que no se pueden medir por que pierde su forma. También se le hizo ensayo de Flexión para medir la capacidad que tiene la muestra de resistir carga dando resultados que muestran aumento en su resistencia 13.68% con respecto a las unidades patrón. Finalmente, el investigador realizó ensayos de resistencia a la compresión dando resultados positivos que la adición de fibra de coco mejora en 24.40% a las unidades de muestra patrón. Se tomó como referencia este antecedente nacional debido que se realizaron ensayos de absorción a estas muestras sin obtener resultados positivos debido a que no tienen esta capacidad de soportar agua, demostrando así que no todos los adobes pueden ser sometidos a este ensayo.

[16] **P. Gomez Fernandez y M. Calisaya Quispe, “Propuesta de elaboración de un bloque de adobe incorporando fibras de totora y aglutinante de cal para reducir la capacidad de absorción de agua de las viviendas en Ajuyani, Puno”, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú, 2023**

Esta investigación se realizó la realización de adobes con un tipo de tierra de SM tierra arena arcillosa, la cual se le agregó un aditivo como es la adición de 1.5% de totora con la adición de dos porcentajes de cal como aglutinante en porcentajes de 5 y 10%. Además, se realizó una comparativa de muestras principalmente en ensayos de compresión, flexo-tracción y compresión en pilas observándose que las adiciones presentan influencia negativa con respecto a la muestra patrón. Entre los resultados tenemos que la influencia que genera mejores resultados frente a las dosificaciones es la adición de 1.5% de fibra de totora y 5% de cal

reduciendo en el ensayo de resistencia a la compresión de 16.12 kg-f/cm<sup>2</sup> a 13.82 kg-f/cm<sup>2</sup>, mientras que en el ensayo de resistencia a la flexo-tracción reduce de 4.242 kg-f/cm<sup>2</sup> a 1.592 kg-f/cm<sup>2</sup> además de que para el ensayo de compresión en pilas reduce de 8.50 kg-f/cm<sup>2</sup> a 7.41 kg-f/cm<sup>2</sup>. Finalmente, el investigador puede decir que la adición de fibra de totora y cal en los porcentajes propuestos presenta una influencia negativa en cuanto a los resultados obtenidos de los ensayos mecánicos del adobe. Se escogió esta investigación como antecedente debido a que en su investigación se le agrega fibra de totora que es otro nombre que la fibra de enea perteneciendo a la familia typha con algunas pequeñas diferencias, esta nos plantea la adición de esta fibra más un aglutinante que presentan resultados adversos.

[17] **G. D. Sandoval Alvarado, “Evaluación de la erosión y la resistencia del adobe adicionado con cenizas de carbón y cal” 2021 – Universidad Santo Toribio de Mogrovejo**

Esta investigación se realizó en la zona de Túcume donde se caracteriza por ser una zona con grandes construcciones de barro, el desarrollo de la tesis se basó en la adición de ceniza de carbón y cal en porcentajes de 5%, 8%, 10% y 12% al adobe tradicional para experimentar en los diferentes ensayos de la Norma E080 y poder reconocer cual es el porcentaje óptimo en cuanto a los mejores resultados, además de realizar un análisis químico del agua para poder medir la cantidad de sulfatos y cloruros presentes. También se elaboró un muro patrón el cual se sometió a una inundación controlada en la parte inferior para poder medir la capacidad que tiene el adobe a poder soportar el agua, además que soportó un pequeño sismo que hubo en la región. Finalmente, después de la experimentación se tuvo que el porcentaje que tuvo mejores resultados en cuanto a la resistencia a la erosión y en la compresión fue la adición de 10% de adición en los adobes tradicionales. Se tomó como referencia este antecedente local debido que se realizaron ensayos químicos al agua para medir la cantidad de sulfatos y cloruros presentes en su composición y poder discutir si tiene alguna injerencia al momento de tener los resultados, además de poder contrastar con las cantidades máximas propuestas en la norma ASTM C.

[18] **C. Carlos *et al.*, “Caracterización física y mecánica del adobe incorporando fibras de cabuya y polímero reciclado PET en la ciudad de Ferreñafe, Lambayeque,” Repositorio Institucional - UCV, 2021**

La investigación se desarrolló en Lambayeque principalmente en la ciudad de Ferreñafe en el lugar donde se realizó la elaboración de adobes tradicionales junto a la incorporación de fibra de cabuya en los porcentajes de 1%, 1.25% y 1.5% y en porcentajes de 2%, 4% y 6% de polímeros reciclados para poder lograr una comparativa entre los adobes tradicionales sin ninguna adicción, frente a la adición de fibra de cabuya y PET que representa la primera incorporación un material de origen natural y vegetal mientras que el PET es un compuesto

elaborado en laboratorio pero igual se reconoce que se le daría un mejor uso al reciclado del plástico. Finalmente, el investigador concluyó que la fibra natural trajo consigo mejores resultados que la fibra PET en la mayoría de sus propiedades físicas y mecánicas como: Resistencia a la compresión con fibra de cabuya con 16.95 kg-f/cm<sup>2</sup> y con polímeros reciclados PET con 14.60 kg-f/cm<sup>2</sup>. En el ensayo de compresión axial con la fibra natural con un resultado promedio de 1.51 Kg-f/cm<sup>2</sup> y para los polímeros reciclados PET se tuvo un valor promedio de 17.32 Kg-f/cm<sup>2</sup> demostrando lo anteriormente dicho. Se tomó como referencia este antecedente local debido que se hizo una comparativa de una fibra natural y el uso de un recurso reciclado para poder ver como influencia en el adobe, dándole paso a la importancia que lleva utilizar recursos que tengan respeto al medio ambiente.

[19] **V. L. Gamonal Vasquez and R. A. Lorren Delgado, “Análisis comparativo del adobe convencional y adobe estabilizado con cal más polietileno en el distrito de Pátapo - Chiclayo Lambayeque, 2021,” *Repositorio Institucional - UCV, 2022***

En la investigación se utilizó la elaboración de adobes tradicionales con la adición de un estabilizante como es la cal y la adición de fibra de polietileno, lo primero que se realizó es el análisis de adición de cal en los porcentajes de 1%,3%,5%,10% y 15% para poder conocer cuál es el porcentaje más óptimo, después de analizarlo se tuvo que el porcentaje más óptimo es del 5% de Cal al cual después se le hizo la adición de fibra de polietileno de 0.5%, 1.0% y 1.5% que forma parte de la segunda investigación que se va a realizar. Estos adobes se realizaron de acuerdo con la Norma E-080 y las Normas Técnicas Peruanas para el uso estructural de los adobes, principalmente en los ensayos de compresión en cubos y el módulo de rotura. Finalmente, el investigador obtuvo que en la segunda investigación el porcentaje óptimo es el de 0.5% de fibra de polietileno como el que mejoró en mayor medida los resultados del adobe tradicional. Se tomó como referencia este antecedente local debido a que estudia la relación de un estabilizante como es la cal frente a la adición de un tipo de fibra, debido a que en la mayoría de bases teóricas leídas muestra que ayudar a la fibra con otro material ayuda a mejorar aquellas propiedades que presenta debilidades en la experimentación.

## **Bases teóricas**

### **Tierra reforzada/ Adobe**

Es la elaboración de una mezcla de arcilla, arena y agua, que en su mayoría se le agrega algún tipo de paja para mejorar las características de esfuerzo al corte. La tierra óptima para su desarrollo es las que tienen arcilla (15%) y arena (70%) [1].

Unidad de tierra tal como está en su zona de extracción, que en su mayoría se le agrega fibras u arena gruesa para mejorar sus propiedades de estabilidad y sus mejoras mecánicas para su desarrollo en viviendas [20].

### **Secado y cuidado de las unidades de tierra reforzada**

Para la elaboración de adobes se debe de cernir la tierra y preparar el barro por lo menos 48 horas antes, el secado debe de ser lento en tendales protegidos por el viento y el sol agregando arena fina para eliminar daños por fisuración. Se debe de cuidar que esté libre de materiales extraños u otros materiales que dañen su resistencia [20].

### **Medidas de las unidades de las unidadesde tierra reforzada**

Se debe de considerar medidas de adobes cuadrados o rectangulares, pueden tener ángulos que difieren a 90°, para la medida de un lado máximo no debe de sobrepasar los 0.40 m de distancia por problemas de peso. Se utilizan medidas rectangulares donde se debe tener un largo igual a dos veces su ancho y para la altura se consideran medidas entre 0.08 m y 0.12 [20].

### **Propiedades mecánicas de la tierra reforzada**

El adobe como material de construcción presenta resistencia a la compresión baja donde principalmente de 3-5 Kg-f/cm<sup>2</sup> que se obtiene cuando el material está seco y en cuanto a la resistencia al esfuerzo de tracción es muy baja; para un buen desarrollo se debe realizar un adecuado curado para evitar que se quiebren o se fracturen por el hecho de transportarlos a otro lugar. Otra característica es la de su poca elasticidad, las fuerzas de deformación no se recuperan y los esfuerzos de deformación son muy bajos [21].

### **Propiedades físicas de la tierra reforzada**

Los elementos producidos por tierra reforzada son conocidos principalmente por su baja conductividad térmica, pero se también se incorporan las maquinas específicas que ayudan a fabricar estos materiales de manera más sencilla [22].

## Daños en construcciones de tierra reforzada

La tierra reforzada si bien se encuentra como un material bueno a la hora de trabajar y su uso en viviendas, es necesario reconocer que hay algunas dificultades que se producen como lo es principalmente el daño que genera el agua en ella; la humedad es un agente dañino que generan grietas y la descomposición del material [1].

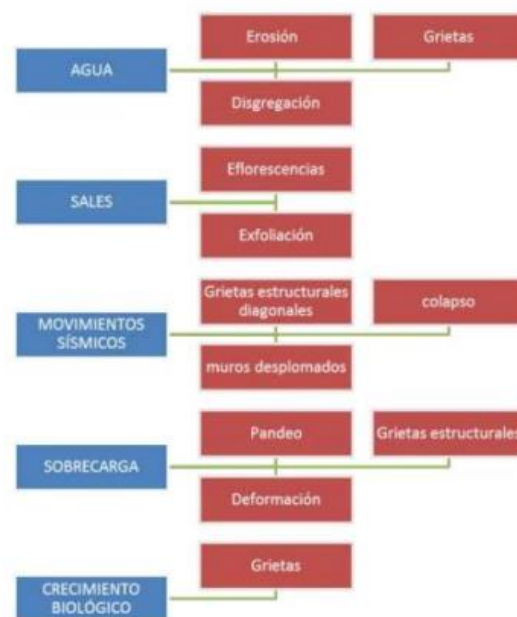


Figura 1: Daños a la tierra reforzada [1]

## Selección del suelo

Se debe de utilizar los métodos de prueba de “Cinta de barro” y la prueba “Presencia de arcilla” para obtener el material óptimo para que cumpla con lo establecido por la norma E-080, también se usa la adición de fibras comunes de la zona para para reducir las fisuras que se producen en el material [20].

## Método de prueba estándar para iones sulfato en agua (ASTM D 516)

Contenido de Sulfatos en el Agua usada para la elaboración de Hormigones y Morteros de los cuales los valores tienen una adaptación para todos aquellos procesos de construcción que tienen que agregar un tipo de agua en su elaboración para saber la cantidad de sulfato que tiene y la influencia que tiene en sus resultados con un contenido de 600 ppm máximo [23].

### **Métodos de prueba estándar para iones cloruro en agua (ASTM D 512)**

Contenido de Cloruros en el Agua usada para la elaboración de Hormigones y Morteros de los cuales los valores tienen una adaptación para todos aquellos procesos de construcción que tienen que agregar un tipo de agua en su elaboración para saber la cantidad de cloruros que tiene y la influencia que tiene en sus resultados con un contenido de 1000 ppm máximo[24].

### **Métodos de prueba estándar para el pH del agua (ASTM D 1293)**

Determinación del Potencial de Hidrógeno (pH) en el Agua Usada para la elaboración de Hormigones y Morteros de los cuales los valores tienen una adaptación para todos aquellos procesos de construcción que tienen que agregar un tipo de agua en su elaboración para saber el pH que tiene si tiene un estado ácido o básico y la influencia que tiene en sus resultados con un contenido de pH desde 5.5 a 8.0 [25].

### **Métodos de prueba estándar para muestreo y prueba de ladrillos y tejas de arcilla estructural (ASTM C67)**

Norma que indica los procedimientos a ensayar para determinar las capacidades y resistencias de los ladrillos de arcilla, entre los cuales son ensayos de: Tasa inicial de absorción, absorción, módulo de rotura, etc. Esta norma nos plantea el uso de muestras mínimas, como de los procedimientos y los cálculos para tener resultados [26]. Esta norma se utilizará para realizar los ensayos que no se encuentra en la norma E-080 y así resolver los objetivos planteados para solventar la hipótesis.

### **Tierra arcillosa**

Tipo de suelo que la norma E-80 recomienda la utilización de paja de 50 milímetros de largo en proporción de 5 de tierra por 1 volumen de paja para ayudar a mejorar sus resistencias y a reducir sus fisuras, cuya determinación se obtendrá por las pruebas de caracterización de los suelos en laboratorio como las prueba “Cinta de barro” y Prueba “Presencia de arcilla” [20].

### **Fibra de enea**

La enea es una planta que pertenece a la familia Typhaceace, se encuentra principalmente en áreas húmedas donde se caracteriza por tener abundante suelo y agua (barro), las corrientes de

agua se caracterizan por ser de agua dulce con movimientos lentos que no generan grandes corrientes que dañen su crecimiento[27].

Esta planta muchas veces se considera como maleza indeseable, pero al estudiar sus fibras y hojas se puede llegar a analizar sus propiedades, como su forma de espada y de color verde, con medidas de entre 80 a 120 cm de largo y de 3 a 30 mm de ancho, se puede extraer química y mecánicamente, lo cual varía las propiedades de la planta de su forma, además contiene 54% de celulosa [28].

Las hojas provenientes de la enea presentan en su estructura celulosa de 25-45%, hemicelulosa 12-32% y lignina de entre 10-25%[29].

El índice de cristalinidad de las fibras de enea varía en un rango de 60 a 65% en comparación con otras fibras naturales como el cáñamo que presenta un índice de 81-89%, con igual similitud a la fibra de yute con 57% y a kenaf de 61-69% [29].

La densidad de las hojas de enea ronda 1.26 g/cm<sup>3</sup> [29] ; menor a la del lino con 1.5g/cm<sup>3</sup>, pero muy parecido a la fibra de bambú 1.23 g/cm<sup>3</sup>, la fibra de coco 1.20 g/cm<sup>3</sup>, el kenaf 1.18 g/cm<sup>3</sup>. Preferiblemente se escogen materiales con baja densidad y buenas propiedades mecánicas [30].

En cuanto a su densidad se caracteriza por tener un rango de 8.5 a 10.5%, un poco más bajo que la fibra de lino, cáñamo y la fibra de yute que presenta el 12% [29] .

Las fibras de enea, en base al estudio realizado, presenta una resistencia a la tracción de 25–40 cN/tex que se refiere a CentiNewtons en las fibras y con un alargamiento del 2.4-2.7% propiedades muy parecidas a la del yute y la del sisal con 34 cN/te y 30–45 cN/tex respectivamente [29] .

En cuanto a la conductividad térmica de esta fibra, se sabe que es de 0,137 W/mk, que es menor con la propiedad de poliéster con 0.432 W/mk, demostrando que se puede utilizar para mejorar las propiedades de aislamiento térmico del compuesto [31].

## **Mortero**

Material que se utiliza para asentar bloques de adobe juntos para formar muros de albañilería que a su vez soportaran cargas, principalmente su estructura está formada por barro junto a la adición de paja y arena gruesa, dependiendo de su uso también se le agregan materiales que ayuden a su adición [20].

Se debe de remojar los bloques de adobe antes de asentarlos, durante 15 a 30 segundos, la humedad del mortero no debe pasar el 20% para evitar agrietamiento cuyas proporciones de

paja y tierra puede variar entre 1:1 y 1:2. El espesor puede variar de 5 mm a 20 mm y dejar en sombra libre de viento [20].

Se definen 2 tipos de mortero según su material y la forma de trabajo:

Mortero Tipo I: Mortero hecho del suelo y algún aglomerante que puede ser el cemento, cal o asfalto, verificando su trabajabilidad.

Mortero Tipo II: Mortero hecho del suelo, verificando el cumplimiento frente a las cargas buscando un material trabajable.

Las juntas horizontales y verticales no deben superar los 20 cm de espesor [32].

### **Muro de tierra reforzada**

Elementos de suma importancia en la estabilización, resistencia y comportamiento sísmico de la estructura, los cuales deben de considerarse diseños basados en su utilización, lugar y materiales principales, se utilizan muros rectos, pero en muchos casos se utilizaron muros curvos reforzados para mantener su estabilidad [20].

Deberá de ser considerado la estabilidad de todos los muros que sean considerados para controlar su esbeltez, utilizando arriostres o refuerzos que mejoren su resistencia, las unidades deben de estar secas para poder ser utilizadas [32].

### **Albañilería de muros de tierra reforzada**

Para el desarrollo de muros de albañilería se presentan principalmente tres técnicas principales, ya sea el muro de “soga” que se caracteriza por tener una pared delgada que se determina por el ancho del adobe, también se define la técnica de “cuerda” utilizando tabiques interiores con estructuras separadas y finalmente “a tizón” que se presenta como la disposición del muro como el largo de la unidad de tierra reforzada [32]

### **Norma E.050: Suelos y Cimentaciones**

Planteada por el Reglamento Nacional de Edificaciones cuya finalidad es establecer los requerimientos para el desarrollo de Estudios de la Mecánica de Suelos (EMS) cuyos principales fines es la utilidad de la cimentación de diferentes estructuras ya que ellas son las principales estructuras que soportan cargas [32].

### **Norma E.0.70: Albañilería**

Norma planteada por el Reglamento Nacional de Edificaciones cuya finalidad es establecer los requerimientos para el desarrollo de muros de albañilería con cualquier material principalmente en su análisis, diseño y el control de calidad verificando que se cumplan los requisitos óptimos, ya que, si bien los materiales en solidarios pueden estar en perfectas condiciones, sin un buen diseño de albañilería y sin un buen proceso constructivo se puede generar fallos [32].

### **Norma E-080: Diseño y Construcción con Tierra Reforzada**

Norma planteada por el Reglamento Nacional de Edificaciones cuyo objetivo es el trabajo del adobe simple o estabilizado con otros materiales, proyectando diseños que sirvan a la sociedad apuntando a solventar soluciones frente a fenómenos físicos y sísmicos buscando mantener la seguridad de las personas como principal prioridad tanto en zonas como la costa, sierra y selva [32].

Norma Técnica Peruana aprobada por el Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento y Publica por El Peruano que especifica el uso de la tierra reforzada en su uso en las viviendas dando parámetros establecidos en cuanto a los bloques, morteros y muros de tierra reforzada para poder cuidar la vida de las personas que tienen este material como vivienda además de plantear consideraciones en su construcción y su resistencia sismorresistente [20].

Para el ensayo de Compresión, tracción, tracción en el mortero, compresión en pilas y compresión diagonal en muretes se realizan 6 ensayos para cada una de las muestras de las cuales las mejores 4 muestras son las que se tomarán en cuenta para la carga última. [20].

Para el ensayo de compresión se realizan muestras cúbicas de 0.1 m de arista, cuya resistencia última debe de ser mayor a  $f_0 = 1.0 \text{ MPa} = 10.2 \text{ kg-f/cm}^2$  [20].

Para el ensayo de tracción se realiza mediante el ensayo brasileño a tracción, en cilindros de 6'' x 12'' de diámetro y largo, cuya resistencia última debe de ser mayor a  $0.08 \text{ MPa} = 0.81 \text{ kg-f/cm}^2$ . Se debe de tener una humedad inicial de 20% a 25% para control de adobes. [20].

Para el ensayo de tracción indirecta en el mortero, se realizan en dos probetas de dos adobes unidos por un mortero de barro el cual debe de ser sometido a un ensayo parecido al ensayo brasileño, cuya resistencia última debe de ser  $0.012 \text{ MPa} = 0.12 \text{ kg-f/cm}^2$  [20].

Para el ensayo de resistencia a la compresión en pilas se realiza después de 28 días de secado, los cuales la altura debe de ser aproximadamente 3 veces la longitud del ancho del ladrillo además de ser menor que la longitud, la resistencia última debe de ser  $0.6 \text{ MPa} = 6.12 \text{ kg-f/cm}^2$ . [20].

Para el ensayo de compresión diagonal se realiza con un secado de 28 días de secado, cuya media aproximada debe de ser  $0.65 \text{ m} \times 0.65 \text{ m} \times e_m$ , de las cuales el espesor forma parte de la fórmula para obtener la resistencia última. La resistencia última debe de ser  $0.025 \text{ MPa} = 0.25 \text{ kg-f/cm}^2$  [20].

### **Análisis de costos económicos**

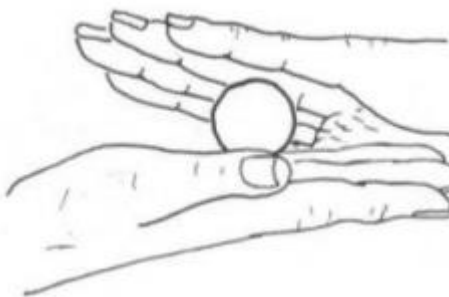
Consiste en el método de descomposición de recursos para obtener el costo de una actividad o material, para el desarrollo es necesario considerar la calidad, costo, tiempo y alcance. Recordando que cada proyecto es diferente de acuerdo a la zona donde se realice debido al costo de la mano de obra como el costo de los materiales. Este análisis es necesario para poder planificar económicamente un proyecto o hacer una comparativa entre los costos que puede traer un material u otro [33] .

### **Prueba Cinta de barro**

Para este ensayo se demora un tiempo aproximado de 10 minutos, con el barro formado de la tierra a utilizar se desarrolla un cilindro de 12 mm de diámetro, luego se aplanan poco a poco con la ayuda de dos dedos, para formar una cinta de 4 mm de espesor y dejándolo descansar la máxima distancia posible. En la conclusión se puede definir que si llega a alcanzar 20 cm y 25 cm de longitud el suelo escogido es muy arcilloso, pero si llega a los 10 cm o menos, el suelo tiene muy poca cantidad de arcilla [20].

### **Prueba Presencia de arcilla o Resistencia seca**

En este ensayo se realizan cuatro bolitas con la tierra seleccionada para el trabajo, se añade una pequeña cantidad de agua para mejorar su trabajabilidad sin llegar a sobre hidratar la muestra que se puede ver cuando se deforma de gran medida al secarse



*Figura 2: Prueba Presencia de arcilla [20]*

Después, se tiene que dejar reposar las cuatro bolitas por 48 horas cuidando que se mantenga sin ninguna adición de agua. Luego que transcurra el tiempo se presiona las cuatro bolitas secas con ayuda de los dedos de una mano, analizando su comportamiento al someterlas al proceso, si esta se rompe o se quiebra indica que debemos de realizar el proceso [20].



Figura 3: Resistencia seca del material [20]

Concluyendo que si las cuatro bolitas no se rompen al ejercerle presión se considera un lugar óptimo de cantera, pero si se quiebran es necesario encontrar otro lugar de donde utilizar la tierra; es recomendable que este proceso sea realizado por una que cuente con experiencia en trabajos de tierra reforzada [20].

### **Prueba Granulométrica (Prueba de la Botella)**

Prueba que se realiza a la tierra analizada para conocer de manera empírica los porcentajes de limos, arenas y arcillas que contiene [34].

Primero se llena la mitad de una botella de mínimo de 1 litro de capacidad con la tierra tamizada a analizar [34].

Luego se satura de agua, añadiéndole más agua limpia hasta llenar la capacidad de toda la botella [34].

Agitar la botella de agua junto con la tierra para que toda el agua se distribuye en el material, así como evitar el asentamiento inicial [34].

Después, dejar la botella encima de una mesa para que las partículas se asienten de acuerdo con su densidad, reconociendo que la arena se reposa en seguida y las partículas de limo y arcilla demoran más tiempo [34].

Finalmente se observa las diferencias entre los niveles que se forman en la tierra para poder ver los porcentajes de limos, arenas y arcilla que nos servirá para reconocer la tierra. Se recomienda que la cantidad de arena esté entre los 1.5 a 3 veces la cantidad de arcilla y limos [34].



*Figura 4: Medición de capas de acuerdo con sus características [34]*

### **Prueba de Solidez**

Esta prueba que se le hace a la tierra analizada se realiza para observar si el % de arcilla de la muestra es la que se necesita para realizar las unidades de tierra reforzada

Primero se toma un poco de tierra en la mano de manera seca al cual se le humedece hasta formar una bola, se debe de presionar con la mano de manera que se note una pequeña cantidad extra de agua [35].

Se deja caer la bola de tierra de una altura de 1 m aproximadamente y que caiga en un suelo con bastante dureza además de que se pueda observar la fractura, si la bola se fractura en algunas partes con partículas pequeñas se considera que la tierra es buena, pero si se desmorona completamente, no es apta [35].

### **Obtención de muestras representativas (cuarteo) en laboratorio (NTP 339.089)**

Proceso en el cual se obtiene una muestra del material a trabajar para poder analizarlas en el laboratorio considerando su importancia y utilidad en el trabajo que se va a realizar verificando que cumpla con lo establecido [36].

### **Método de ensayo para determinar el Peso Específico Relativo de las partículas Sólidas de un Suelo (NTP 339.131 o ASTM D854).**

Tiene como normativa NTP 339.131:1999-Suelos-Metodo de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo El objetivo central de este ensayo es determinar el peso específico de las partículas del suelo por medio de un picnómetro [37].

### **INSTRUMENTOS NECESARIOS:**

Picnómetro: Instrumento de laboratorio con capacidad aproximada de 100 cm<sup>3</sup> de material de vidrio resistente con un tapón con un orificio que permite la entrada, salida del aire y agua que sobra [28].

Balanza: Con exactitudes de 0.01 g para muestras de menos de 200 g y de 0.1 g para muestras de más de 200 g.

Bomba de vacío: Instrumento que permite producir una presión absoluta igual o menor de 100 mm de columna de mercurio/ Se puede liberar las burbujas a calor [28].

Desecador, termómetro, capsulas de porcelana y pipeta.

### PROCEDIMIENTO:

Primero se debe de reconocer que se debe realizar por duplicado, colocando la muestra del material en el picnómetro evitando perdidas [28].

Luego se elimina el aire atrapado ya sea por el contenido a un vacío parcial, hervir a baja temperatura durante 10 minutos o conectando a un aspirador o bomba de vacío [28].

Finalmente se llena el picnómetro con agua destilada verificando que la parte externa se encuentre limpia y seca considerando la temperatura, densidad relativa del agua y factor de corrección K [28].

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	1,0000
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	0,9980
29	0,9959761	0,9977
30	0,9956780	0,9974

Figura 5: Relación T y K

FORMULAS:

*Ecuación 1: Peso específico*

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

**Método de Ensayo para determinar el Contenido de Humedad de un Suelo (NTP 339.127 o ASTM D2216)**

Proceso por el cual después de obtener la muestra del material a trabajar, debemos de estudiar el grado de humedad que presenta el mismo para así poder trabajar de acuerdo con cada cantidad de agua en la muestra [38].

Tiene como normativa NTP 339.127:1998-Suelos-Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo El objetivo centrar de este ensayo es determinar el contenido de humedad del suelo estudiado expresando como porcentaje el peso de agua del suelo con respecto al peso de sus partículas sólidas [38].

#### **INSTRUMENTOS NECESARIOS:**

Horno: Instrumento para aumentar la temperatura de manera controlada con una temperatura de  $110 \pm 5$  C [38].

Balanza: Con exactitudes de 0.01 g para muestras de menos de 200 g y de 0.1 g para muestras de más de 200 g. [38].

Recipiente: Aparato que sirve para mantener la muestra en tanto fuera o dentro del horno, por eso debe de ser inoxidable como resistente a los cambios de temperatura [38].

Desecador, guantes, cuchillo, espátula y cuchara

#### **PROCEDIMIENTO:**

Primero se debe de pesar la masa en un recipiente que se encuentre seco y limpio. [38].

Luego se considera una muestra del espécimen en el recipiente para determinar el peso su peso junto a la muestra con su humedad de acuerdo con su zona [38].

Después se llevará al horno para secar la muestra en la temperatura de  $110 \pm 5$  C, que dependerá del tipo de suelo y el trabajo que le daremos, principalmente se deja por 12 a 16 horas que representan una noche.

Finalmente se retirará del horno esperando que el recipiente se encuentre en temperatura ambiente para poder pesarla[38].

#### **FORMULAS:**

*Ecuación 2: Contenido de humedad*

$$w = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo seco al horno}}$$

#### **Método de ensayo para determinar el Límite Líquido y Límite Plástico e Índice de Plasticidad de suelos (NTP 339.129 o ASTM D4318)**

Proceso por el cual determinamos el límite líquido, límite plástico y la relación que tiene el suelo con su representación del índice de plasticidad de los suelos [39].

Tiene como normativa NTP 339.129:1999-Suelos-Metodo de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad [39].

El objetivo central de este ensayo es determinar el límite plástico, líquido e índice de plasticidad de la muestra analizada para poder clasificarla para nuestro trabajo [39].

### **INSTRUMENTOS NECESARIOS:**

Dispositivo de límite líquido: Es un dispositivo mecánico que se caracteriza por ser una copa de bronce con la cual se mide los golpes, sus partes principales son: [39] .

Base: De material de caucho duro que pueda soportar la copa y los golpes.

Copa de bronce: Con un peso incluyendo el manubrio de 185 g y 215g.

Soporte y leva: Diseñados para estar debajo de la copa considerando una altura de caída de hasta 10 mm.

Acanalador: Es un dispositivo hecho de metal no corrosible y de plástico.

Calibre: Es un instrumento que regula la altura de caída de la copa y se caracteriza por ser un material hecho de metal.

Contenedor: Recipientes con tapas que se usa para mantener los especímenes con su contenido de humedad.

Horno: Instrumento para aumentar la temperatura de manera controlada con una temperatura de  $110 \pm 5$  C

Balanza: Con exactitudes de 0.01 g para muestras de menos de 200 g y de 0.1 g para muestras de más de 200 g.

Contenedor para almacenaje: Contiene el espécimen de suelo manteniendo su humedad

Placa de vidrio pulido: Se caracteriza por tener 30 cm de lado y 1 cm de espesor.

Tamiz: Con márgenes de 20.3 cm (8 plg) de diámetro hasta la N 40.

### **Límite Líquido**

#### **PROCEDIMIENTO:**

Para empezar, se debe considerar una parte de la muestra del suelo en la copa del dispositivo esparciendo el material por toda la base presionándola con una profundidad aproximada de 10 mm [39].

Luego utilizaremos el acanalador para dividir la muestra que se encuentra en la copa separándolas por la mitad trazando un arco, se debe de verificar que no caiga material por debajo de la copa. Luego se debe de trabajar a una velocidad de 1.9 a 2.1 golpes por segundo.

Después se verifica que no se haya cerrado prematuramente la parte donde hicimos la división se debe de registrar el número de golpes que se utilizaran para cerrar, tomando una parte de suelo

para luego cubrirla. Siguiendo con la mezcla de la muestra total de suelo se le añade agua destilada para mejorar su humedad y asimismo para disminuir el número de golpes, se debe repetir este procedimiento [39].

Finalmente se realizan pruebas para que cierre la brecha creada, normalmente se necesitan de 25 a 35 golpes, para un cierre de 20 y 30 golpes y de 15 a 25 golpes considerando la muestra humedad de la muestra y se realizan los cálculos después de haber concluido con la experimentación.

Se representa la relación entre la humedad de la muestra obtenida y la cantidad de golpes utilizados, que se representan en un gráfico semilogarítmico trazando una línea recta que pase por los puntos graficados. Para la humedad de suelo se considera la parte donde se interseccional la línea con la abscisa que se necesitaron 25 golpes como el límite líquido del suelo analizado [39].

### Límite Plástico

#### PROCEDIMIENTO:

Primero se debe considerar una porción de 1.5 g a 2 g 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 [39].

Luego cuando el diámetro de la muestra enrollada alcanza los 3.2 mm romperla en varios pedazos para luego reunirlos en una sola porción y moldearla ente los dedos. Se continuará este enrollado en las veces necesarias hasta que el suelo se note rastros de fisuras.

Después reunir las partes de la muestra agrietada para colocarlas en un recipiente de peso conocido cubriendo el recipiente.

Finalmente se selecciona una porción de 1.5 a 2 g del suelo repitiendo los primeros pasos hasta que tenga no menos de 6g.

#### Cálculos:

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

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar <sup>a</sup>	Rango Aceptable de dos resultados <sup>b</sup>
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

Figura 6: Estimación de precisión

## Índice de Plasticidad

### Cálculos:

*Ecuación 3: Índice de plasticidad*

$$IP = LL - LP$$

### Método de Ensayo para el ensayo granulométrico (NTP 339.128 o ASTM D422)

Tiene como normativa NTP 339.128:1999-Suelos-Metodo de ensayo para el análisis granulométrico [40].

El objetivo central de este ensayo es análisis de la muestra a través del tamizado, para poder clasificar las partículas del suelo dependiendo del tamaño de estas [40].

### INSTRUMENTOS NECESARIOS:

**Balanza:** Con exactitudes de 0.01 g para muestras de menos de 200 g y de 0.1 g para muestras de más de 200 g [40].

**Agitador:** Que consiste principalmente en dos tipos: el primero consiste en un aparato mecánico eléctrico o de un vaso de dispersión por chorro de aire.

**Densímetro:** Un densímetro que este normado por el ASTM y que se encuentre graduado.

**Probeta de sedimentación:** Un cilindro de vidrio con medidas aproximadas de 457 mm de altura y un diámetro de 63.5 mm.

**Termómetro:** con aproximación de medida entre +/- 0.5 C.

**Tamices:** Una serie de secciones de mallas cuadradas que cumplan con la ASTM E 11.

<u>TAMICES</u>	<u>Designación ASTM</u>
75,0 mm	(3 pulg)
50,0 mm	(2 pulg)
37,5 mm	(1 ½ pulg)
25,0 mm	(1 pulg)
19,0 mm	(¾ pulg)
9,5 mm	(3/8 pulg)
4,75 mm	(Nº 4)
2,00 mm	(Nº 10)
850 µm	(Nº 20)
425 µm	(Nº 40)
250 µm	(Nº 60)
106 µm	(Nº 140)
75 µm	(Nº 200)

*Figura 7: Medidas – ASTM*

Baño de temperatura controlada: Se necesita cuando el ambiente de temperatura no es controlado y se debe de mantener cercana a 20 C [40].

Vaso de precipitación: De material resistente con 250 cm<sup>3</sup> de capacidad

Cronometro: Aparato que nos ayuda a controlar el tiempo.

Se utiliza un agente dispersante que comúnmente se utiliza una solución de hexametáfosfato de sodio con adición de agua destilada con un pH dentro del margen de 8 y 9.

### **PROCEDIMIENTO:**

Primero se prepara la muestra a trabajar de acuerdo con la norma NTP 339.090, cuyas porciones se caracteriza por tener partículas que pasan por el tamiz No.10 con una muestra de 115 g para suelos arenosos y 65 g para suelos limosos o arcillosos. [40].

Por otra parte, para la muestra que se retienen en el tamiz No. 10 se separa en porciones de tamiz No10, 3 pulg, 2 pulg, 1 ½ pulg, 1 pulg, ¾ pulg, 3/8 pulg, No. 4 y No. 10. El procedimiento 35 principalmente se realiza con movimientos laterales y verticales con ayuda de un mecanismo o con máquinas [40].

Luego, para las porciones que pasa el tamiz No. 10 se realiza un análisis hidrométrico con la ayuda del densímetro de suelos verificando la temperatura de estos para evitar que los resultados no sean los óptimos; para este ensayo se necesita un agitador se incorpora agua a la probeta hasta alcanzar un volumen total de 1000 mL y la mano como tapón se considera para un movimiento de rotación de la muestra.

Finalmente, se realiza el análisis por tamizado que consiste en la incorporación de la suspensión a un tamiz No.200 después de obtener los datos por densímetro y termómetro.

### **CÁLCULOS:**

**Para materiales más grueso que el tamiz No.10 – 2.00 mm:** [40]

*Ecuación 4: granulometría (Ecuación 1)*

$$P = \frac{m}{M_s} * 100$$

**Para determinar la masa que pasa por el tamiz No.10 – 2.00 mm:** [40]

*Ecuación 5: granulometría (Ecuación 2)*

$$M = M_i - M_t$$

**Para determinar el porcentaje acumulado que pasa por cada tamiz:** [40]

*Ecuación 6: granulometría (Ecuación 3)*

$$PA = \frac{MT}{MTM} * 100$$

**Método para la Clasificación Unificada de Suelos (SUCS) (NTP 339.134 o ASTM D2487)**

Clasificación de suelos a nivel internacional que nos ayuda a definir cada tipo de suelo conforma con las características de esta, reconocer cada tipo de suelo nos ayuda a trabajar de acuerdo con sus necesidades, además de conocer el tipo de suelo óptimo para cada trabajo necesario [41].

### **Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería (NTP 399.613:2017)**

Especificaciones planteadas por la Norma Técnica Peruana acerca de las características específicas de los ladrillos de arcilla demostrando a través de ensayos que pueden cumplir con los requerimientos, entre los ensayos de los ladrillos podemos reconocer los ensayos de compresión y tracción [42].

En la norma se presenta el ensayo de Flexión y absorción que tiene como muestra las 6 unidades mínimas para poder medir su resistencia y las cuales se promedian para tener un resultado de conclusión [42].

### **Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe**

Tiene como normativa NTP E 0.80 – Tierra reforzada la cual presenta las características y resultados de los ensayos de la tierra reforzada, en este caso el ensayo de compresión de las unidades de albañilería. A su vez también se desarrolla NTP 339.604:2002- Unidades de albañilería-Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto quien da información del buen procedimiento que se debe realizar en su diseño y laboratorio [20].

### **INSTRUMENTOS NECESARIOS:**

Maquina utilizada para generar compresión en las unidades de tierra reforzada.

Unidades de tierra reforzadas patrón y modificadas.

### **DESARROLLO:**

Se ensayarán unidades de tierra reforzada reforzadas con la altura y el ancho planteado y la longitud igual a la mitad de la longitud total de la muestra, se recomienda el refrendado con yeso en las caras donde se va a someter a peso y además se debe de dejar secar.

Para empezar, se realiza el ensayo con las unidades de bloques de unidades de tierra reforzada sobre la dimensión que tiene mayor medida (perpendicular a la superficie donde se va a asentar el ladrillo)[20].

La máquina utilizada será aquella que cumple con los requerimientos de la norma ASTM E4. Para la prueba de 28 días de secado se utiliza en cubos de 0.1 m de arista y para las diferentes

pruebas se analiza con el tamaño nominal, para la resistencia ultima se calcula mediante  $f_o = 1.0 \text{ MPa} = 10.2 \text{ kg-f/cm}^2$ . Finalmente, para las muestras se debe verificar el cumplimiento de que el promedio de las cuatro mejores de las seis requeridas debe ser mayor o igual a la resistencia ultima indicada [20].

### **CÁLCULOS:**

*Ecuación 7: Compresión en unidades [20].*

$$CU = \frac{F}{A}$$

Cu: Carga última

F= Cargo (kg-f/cm<sup>2</sup>)

A= Área de la carga (cm<sup>2</sup>)

### **Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de primas de adobe. (E080)**

Tiene como normativa NTP E 0.80 – Tierra reforzada la cual presenta las características y resultados de los ensayos de la tierra reforzada, en este caso para el ensayo de las unidades de albañilería formadas por las unidades de tierra reforzadas junto al mortero [20].

#### **INSTRUMENTOS NECESARIOS:**

Maquina utilizada para generar compresión en las unidades de tierra reforzada.

Unidades de albañilería conformada por unidades de tierra reforzadas [20].

#### **DESARROLLO:**

Se diseña un muro de albañilería compuesto por unidades de tierra reforzada junto a la del mortero que le dará la cohesión, para elegir la cantidad de unidades se busca la estabilidad y verticalidad del muro buscando que soporte las cargas con la característica que las unidades deben de tener 28 días de secado que es donde se encuentra su resistencia máxima a la compresión [20].

Se recomienda el uso de yeso en la superficie de la tierra reforzada para mejorar su resistencia. Luego se mide las longitudes del muro a analizar, para luego probarlas en el laboratorio a compresión, anotando los resultados [20].

Para la resistencia ultima se define el valor de 0.6 MPA, con el promedio de resultado de las mejores cuatro de las seis ensayadas que debe de tener un valor mayor a la resistencia ultima [20].

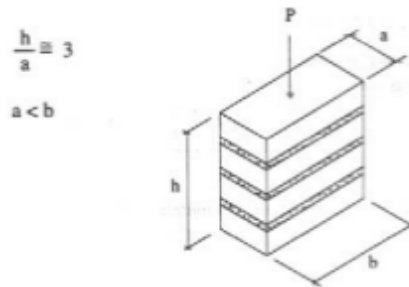


Figura 8: Ensayo de compresión en pilas [20]

### CÁLCULOS:

Ecuación 8: Compresión en pilas

$$f_m = 0.40 f'_m \quad f'_m = \frac{P}{a * b}$$

$$CM = \frac{F}{A}$$

F<sub>m</sub>= Carga última

F'<sub>m</sub>= Carga última prima

P= Carga (kg-f/cm<sup>2</sup>)

a = Ancho del área de carga (cm)

b= Espesor del área de carga (cm)

A = Área de la carga (cm<sup>2</sup>)

### Método de Ensayo Normalizado Para La Determinacion de la Resistencia a La Compresion diametral en Muestras Cilindricas (E080)

Se desarrolla la normativa NTP E 0.80 – Tierra reforzada la cual presenta las características y resultados de los ensayos de la tierra reforzada, en este caso para el ensayo de las unidades de tierra reforzada para considerar la resistencia que tiene la unidad con la carga axial [20].

#### INSTRUMENTOS NECESARIOS:

Máquina de laboratorio que soporta la muestra y provee de fuerza aplicada a la unión de dos unidades de tierra reforzada [20].

Unidades de tierra reforzadas cilíndricas.

#### PROCEDIMIENTO:

Se realiza las unidades de tierra reforzada con medidas de 6"  $\approx$  15.24 cm de diámetro y 12"  $\approx$  30.48 cm de acuerdo con la norma y se debe de tomar nota de las medias con el micrómetro para poder promediarlas [20].

Para poner las muestras en el ensayo se debe de considerar a los 28 días de secado para considerar su estudio, con la característica de que la humedad inicial de las unidades debe de ser 20% al 25% dejándolas reposar en un lugar con viento y cubierto del sol.

Para los resultados obtenidos se debe realizar un promedio de las cuatro mejores muestras de las seis que debe de ser igual o mayor a la resistencia ultima 0.08MPa = 0.81 kg-f/cm<sup>2</sup> [20].

### **CÁLCULOS:**

*Ecuación 9: Ecuación de tracción [20].*

$$f_u = \frac{2F}{\pi * D * h}$$

Fu = Carga última

F = Carga (kg-f/cm<sup>2</sup>)

D = Diámetro del área de carga (cm)

h = Altura del área de carga (cm)

### **Método de ensayo de tracción en morteros para la utilización en albañilería (N E080)**

Se desarrolla la normativa NTP E 0.80 – Tierra reforzada la cual presenta las características y resultados de los ensayos de la tierra reforzada, en este caso para el ensayo de las unidades de tierra reforzada para considerar la resistencia que tiene el mortero frente a una carga que se realiza junto en la junta [20].

### **INSTRUMENTOS NECESARIOS:**

Máquina de laboratorio que soporta la muestra y provee de fuerza aplicada a la unión de dos unidades de tierra reforzada [20].

Unidades de tierra reforzadas unidas mediante el mortero.

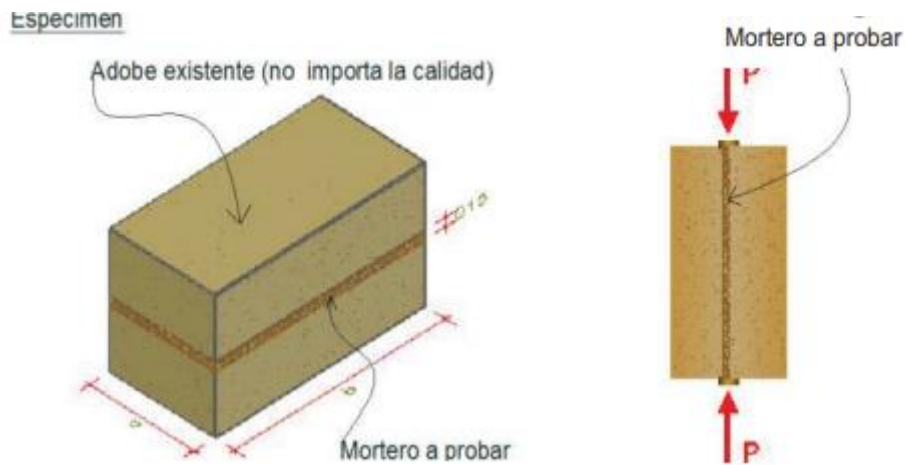
### **PROCEDIMIENTO:**

Se deja secar las unidades de tierra reforzada por separado por 28 días los cuales después de dejar secar se mojarán por 15 a 30 segundos para poder unir mediante el mortero, luego se procede a dejar secar todo unido por 30 días para ensayar [20].

Se introduce la muestra formada por dos adobes unidos por el mortero de forma vertical de tal forma que la carga caiga sobre el mortero para poder observar su resistencia a tracción como el ensayo brasileño [20].

**CÁLCULOS:**

Figura 9: Ensayo a la tracción del mortero [20].

*Ecuación 10: Ensayo de tracción en el mortero*

$$\delta = \alpha * \frac{P}{ab} \left( \frac{kg}{cm^2} \right) \quad \alpha = 0.5$$

$\delta$  = Carga última

P = Carga (kg-f/cm<sup>2</sup>)

a = Ancho del adobe (cm)

b = Largo del adobe (cm)

**Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería (E080)**

Tiene como normativa NTP E 0.80 – Tierra reforzada la cual presenta las características y resultados de los ensayos de la tierra reforzada, en este caso para las unidades de albañilería las cuales se someterán a pruebas de compresión en las esquinas de los bloques [20].

**INSTRUMENTOS NECESARIOS:**

Máquina de laboratorio que someterá a pruebas de compresión diagonal al murete Unidades de tierra reforzadas a analizar

**PROCEDIMIENTO:**

Para el ensayo de laboratorio se necesita la construcción de los muretes que tiene como característica de tener como dimensiones aproximadamente de 0.65 m x 0.65 m x un espesor del muro [20].

Para este ensayo se consideran 28 días de secado del material [20].

Se debe de considerar el ensayo mínimo unas seis veces, de las cuales las cuatro mejores muestras se van a considerar el promedio que debe de ser mayor o igual a la resistencia última que tiene un valor de  $0.025 \text{ MPA} = 0.25 \text{ kg-f/cm}^2$  [20].

La prueba consiste en colocar el murete estable y rígido en la máquina de laboratorio en sentido que las esquinas sean las que resistan las cargas de compresión, sometiendo la estructura a la tracción indirecta [20].

### **CÁLCULOS:**

*Ecuación 11: Compresión diagonal en muretes [20].*

$$f_t = \frac{F}{2 * a * e_m}$$

Ft= Carga última

F= Carga última

a = Ancho del murete de carga (cm)

em= Espesor del murete de carga (cm)

### **Ensayo de Flexión a la Unidad de Adobe**

Tiene como normativa NTP 399.613. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería adaptado al adobe [26].

### **INSTRUMENTOS NECESARIOS:**

Máquina de laboratorio

Apoyos que no roten

Carga Axial

Pie de Rey

Unidades de tierra reforzadas a analizar

### **PROCEDIMIENTO:**

Se analizan unidades de tierra reforzada que se apoya en su mayor dimensión y cuya carga se encuentra en el centro del tramo se debe de aplicar la carga en la parte superior de la superficie a través de una plancha de acero de 6 mm de espesor y 40 mm de ancho. Los apoyos del espécimen deben de rotar con libertad en dirección longitudinal y transversal. La velocidad no deberá excederse de 8896 N/min [42].

**CÁLCULOS:**

*Ecuación 12: Flexión en unidades [42].*

$$S = \frac{3W \left( \frac{l}{2} - x \right)}{bd^2}$$

S= Carga última

W= Carga aplicada (kg-f/cm<sup>2</sup>)

l = Distancia entre apoyos (mm)

x= Distancia promedio desde el centro del espécimen hasta el plano de falla (mm)

b= Ancho neto del espécimen en el plano de falla (mm)

d= Espesor del espécimen en el plano de falla (mm)

**Ensayo de Absorción**

Tiene como normativa NTP 399.613. UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería adaptado al adobe [26].

**INSTRUMENTOS NECESARIOS:**

Balanza

Unidades de prueba

Agua

Recipiente

Trapo de secado

Balanza

**PROCEDIMIENTO:**

Se pesa las muestras secas después del horno a no menos de 24 horas con temperatura de 105 a 115 °C. Sumergir los especímenes en agua limpia en un periodo de 5 horas y 24 horas, dejando por 5 minutos para luego pesarlos [26].

*Ecuación 13: Absorción en unidades [42].*

$$Ab\% = \frac{100 * (Ws - Wd)}{Wd}$$

Ab% = Porcentaje de absorción

Ws = Peso seco

Wd = Peso adsorbido

### **Ensayo de periodo inicial de absorcion (succion)**

Tiene como normativa NTP 399.613. UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería adaptado al adobe [26].

#### **INSTRUMENTOS NECESARIOS:**

Bandejas y recipientes

Soportes para ladrillos: Dos barras de acero no corrosible

Balanza

Cronómetro

Pie de Rey

Regla

#### **PROCEDIMIENTO:**

Se deja secar las muestras en un ambiente aireado, se mantiene las unidades no apiladas separadas para que se seque en todos los lados. Se mantiene una temperatura ambiente  $24^{\circ}\text{C} \pm 8^{\circ}\text{C}$  con una humedad relativa entre el 30% y 70% por un periodo de 4 horas.

Tomar las medidas de la superficie plana del largo y ancho que serán sumergidas para la succión con una aproximación de 1.27 mm.

Se toma el peso del material seco con una aproximación de 0.5 g.

Se ajusta la bandeja de la prueba de tal manera que esté nivelada, comprobando con la burbuja al mismo tiempo se colocan los apoyos verificando también su nivel para luego colocar las unidades

Se agrega el agua de tal manera que el nivel del agua se encuentra en una altura del agua se encuentre a  $3\text{mm} \pm 0.25\text{ mm}$  sobre los soportes.

Se coloca la unidad sobre los apoyos verificando el nivel con una regla, en caso de que falta agua se coloca más. Se mantiene sumergido en un periodo de contacto de  $1\text{ min} \pm 1\text{ seg}$ . Se deja la unidad por 2 min para luego pesarlos [42].

*Ecuación 14: Succión en unidades [42].*

$$S = \frac{200 * (w)}{LB}$$

$$S = \text{Succión (g/min/200 cm}^2\text{)}$$

W= Diferencia de peso entre muestra húmeda y seca (gramos)

L= Largo de la cara sumergida (cm)

B= Base de la cara sumergida (cm)

S = Succión de la unidad al minuto

## **Materiales y métodos**

### **Tipo y Nivel de aplicación**

Según el artículo Tipos, métodos y estrategias de la investigación científica, para el desarrollo de la presente investigación se planteó el tipo de investigación es aplicada ya que se muestra un problema real cuya solución se plantea en esta investigación desarrollando mecanismos e hipótesis para solventar soluciones. La Metodología aplicada es la experimental ya que proporciona datos reales que se obtienen de la experimentación de la hipótesis planteada utilizando variables. Con respecto al análisis de datos es cuantitativa y cualitativa ya que se plantea diferentes procedimientos de laboratorio y de estudio que se verán reflejadas con una cantidad o la cualidad de los recursos empleados [43].

El nivel de aplicación es explicativo ya que se analizaron antecedentes, base de datos y normas para probar la variable independiente a través de la experimentación con los ensayos del laboratorio, para luego hacer un análisis de los datos obtenidos y obtener una conclusión de por qué se tienen esos resultados [43], en este caso se plantea medir la influencia de fibra de enea en las propiedades del adobe.

### **Diseño de Investigación**

El diseño de la presente investigación se clasifica como Experimental, porque se plantea la solución del problema manipulando las variables a través de probarlas ya sea por el laboratorio como también otras fuentes, en este caso se centra en la comparación de unidades de acuerdo con sus características y propiedades para poder definir las en un marco de conclusión para solucionar la hipótesis.

### **Hipótesis**

La hipótesis que se plantea en la investigación: La adición de fibra de enea a las unidades de tierra reforzada mejora sus propiedades físico/mecánicas.

### **Diseño de Investigación**

El diseño de contrastación de hipótesis en la presente investigación es plantear una comparación de una muestra patrón con respecto a otras muestras que se le adicionan la fibra de enea verificando sus propiedades mecánicas y físicas con pruebas de laboratorio

## **Población, muestra de estudio y muestreo**

### **Población**

La población de esta investigación se considera:

#### **Unidades de tierra reforzada:**

Para el estudio se consideraron ladrillos de tierra reforzada con medidas de 30x15x9 - 10x10x10 - 16x8x8 - 20x10x9 y muestras cilíndricas de 6'' diámetro y 12'' largo dependiendo de la prueba de laboratorio a analizar, junto a los muros formados por los mismos; entre este grupo se caracterizan unidades de tierra reforzada patrón junto a muestras que se conforma por unidades con adición de fibra de enea.

La norma E-080 es la que nos ayudará a la hora de definir las características finales de los materiales que se pondrá a prueba en el laboratorio, para poder así definir si la hipótesis es correcta o no se llega a mejorar sus propiedades.

Para la construcción de la tierra reforzada se utilizará material procedente del análisis de muestras de Túcume/Ferreñafe/Huanabal verificando la muestra más óptima con las pruebas in situ , y de acuerdo a la que presente resultados positivos se realizará los ensayos de laboratorio ya que se encuentran antecedentes que cumplen con las especificaciones técnicas y siendo a su vez un lugar de mucha producción de este material comprobando su resistencia con la observación y las preguntas de los pobladores.

La Norma E-050 es la que ayudará a obtener la clasificación del suelo según el método SUSCS para poder reconocer si va a cumplir con lo especificado reconociendo la cantidad de arcilla y arena recomendable para obtener unidades de tierra reforzada óptimas para la evaluación de la hipótesis.

En la presente investigación se planteó analizar las muestras en 8 ensayos para la muestra patrón como para las muestras adicionando la fibra de enea. La población de 409 unidades de tierra reforzada.

**La población de fibra de enea:** Para definir la fibra de enea se organizó las muestras recolectadas en la zona de carretera san José que se encuentran en los drenes como materiales que crecen de manera libre, las cuales serán recolectadas de manera mecánica entre muchas formas de recolectarlas y a su vez con el secado se volverán fibras más resistentes y útiles para desarrollar la hipótesis de procesos mecánicos; dándole un mejor uso a estas plantas y que normalmente no tiene un valor especial, en muchos casos se utiliza estas fibras para coser y crear útiles como sombreros o para recubrir las sillas. Se reconoce también que se le dará un mejor uso a la fibra de manera sostenible sin excederse.

## **La muestra**

Las muestras para las unidades de tierra reforzada se consideraron los bloques de patrón con las dimensiones establecidas y los bloques adicionando la fibra de enea, que serán desarrollados de la mejor manera posible poniendo a prueba sus propiedades físicas- mecánicas en las pruebas de laboratorio.

Las muestras para la fibra de enea se consideraron las fibras tratadas luego del proceso de extracción mecánica y secado para luego ser añadida a las unidades de tierra reforzada de acuerdo con las dosificaciones planteadas.

## **Muestreo**

La metodología para el muestreo se considera No Probabilístico porque la población y las muestras se caracterizan con tener el mismo valor numérico, por ello todas las muestras de la población de tierra reforzada se consideran en la muestra total.

## **Criterios de Selección**

Para la selección de la cantidad de muestras, en la investigación se desarrolló de acuerdo con lo especificado en la norma E-080- tierra reforzada que plantea las unidades mínimas recomendadas para cada ensayo, pero no todos los ensayos a realizarse se encuentran normados por eso se plantea las muestras de acuerdo con las tablas:

*Tabla 1: Cantidad de muestras de Resistencia a Compresión de Unidades de tierra reforzada*

ENSAYO	DOSIFICACIÓN					DIMENSION DE LA MUESTRA
<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>	0%	0.25%	0.50%	0.75 %	1.25%	
<b>28 DIAS</b>	6	6	6	6	6	
<b>TOTAL DE UNIDADES</b>	30					10 x 10 x 10 cm

*Tabla 2: Cantidad de muestras de Resistencia a Compresión en pilas de tierra reforzada*

ENSAYO	DOSIFICACIÓN		DIMENSION DE LA MUESTRA
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PILAS</b>	0%	Dosificación con mejores resultados	
<b>MUESTRAS</b>	6	6	
<b>TOTAL DE PILAS</b>	12		U: 16 x 16 x 8 cm M: 15 mm
<b>TOTAL DE UNIDADES</b>	36		

*Tabla 3: Cantidad de muestras de Resistencia a Tracción*

ENSAYO	DOSIFICACIÓN					DIMENSION DE LA MUESTRA
<b>RESISTENCIA A LA TRACCIÓN</b>	0%	0.25%	0.50%	0.75 %	1.25%	
<b>MUESTRA</b>	6	6	6	6	6	Cilíndrico con 6'' de diámetro y 12'' de largo
<b>TOTAL DE UNIDADES</b>	30					

*Tabla 4: Cantidad de muestras de Absorción*

ENSAYO	DOSIFICACIÓN					DIMENSION DE LA MUESTRA
<b>ABSORCIÓN</b>	0%	0.25%	0.50%	0.75 %	1.25%	
<b>MUESTRA</b>	6	6	6	6	6	U: 30 x 15 x 9 cm
<b>TOTAL DE UNIDADES</b>	30					

*Tabla 5: Cantidad de muestras de compresión diagonal*

ENSAYO	DOSIFICACIÓN		DIMENSION DE LA MUESTRA
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL	0%	Dosificación con mejores resultados	
MUESTRAS	6	6	U: 20 x 10 x 9 cm M: 20 mm
TOTAL DE MUROS	12		
TOTAL DE UNIDADES	216		

*Tabla 6: Cantidad de muestras de Resistencia a Flexión*

ENSAYO	DOSIFICACIÓN					DIMENSION DE LA MUESTRA
RESISTENCIA A LA FLEXION	0%	0.25%	0.50%	0.75 %	1.25%	
MUESTRAS	6	6	6	6	6	30 x 15 x 9 cm
TOTAL DE UNIDADES	30					

*Tabla 7: Cantidad de muestras ensayo de tracción en mortero*

ENSAYO	Patrón	DIMENSION DE LA MUESTRA
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN EN MORTERO	Tierra sin aditivo	
MUESTRAS	6	U: 16 x 8 x 8 cm M: 15 mm
TOTAL DE MUROS	6	
TOTAL DE UNIDADES	12	

*Tabla 8: Cantidad de muestras ensayo periodo inicial de absorción (succión)*

ENSAYO	DOSIFICACIÓN					DIMENSION DE LA MUESTRA
SUCCIÓN EN UNIDADES	0%	0.25%	0.50%	0.75 %	1.25%	
MUESTRAS	5	5	5	5	5	30 x 15 x 9 cm
TOTAL DE UNIDADES	25					

Para el desarrollo de la presente investigación se diseñó las diferentes medidas de las unidades de albañilería para los diferentes ensayos de laboratorio conforme con las normas revisadas y los antecedentes, las dimensiones serán las siguientes:

- 30x15x9
- 10x10x10
- 16x8x8
- 20x10x9
- Cilíndrico con 6'' de diámetro y 12'' de largo

Se considera como antecedente los lugares que podrían ser utilizados para la elaboración de unidades de tierra reforzada, por eso se realiza el análisis de las zonas entre el Distrito de Túcume, el Distrito de Ferreñafe y el Distrito de Huanabal planteado para diferentes estudios relacionados a la construcción de tierra reforzada y se escogió el que pase las pruebas in situ de mejor manera. Luego se le realizó el estudio de caracterización del suelo en base a los ensayos de laboratorio. Para ello se consideró la muestra patrón que se define por ser unidades de tierra reforzada característica sin ningún agregado con la adición de agua potable y pajilla de arroz, junto a las adiciones de fibra de enea con el porcentaje de peso de las fibras: con fibras de 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1.25%,

Para las muestras de tierra reforzada se consideraron nombres abreviados para poder trabajar de manera más óptima:

T100-FA0: Unidad de tierra reforzada tradicional o convencional

T99.75-FA0.25: Unidad de tierra reforzada con adición de 0.25 % de fibra de enea

T99.5- FA0.5: Unidad de tierra reforzada con adición de 0.50 % de fibra de enea

T99.25- FA0.75: Unidad de tierra reforzada con adición de 0.75 % de fibra de enea.

T98.75- FA1.25: Unidad de tierra reforzada con adición de 1.25 % de fibra de enea.

## Operalización de variables

*Tabla 9: Variables Independientes*

VARIABLE INDEPENDIENTE				
VARIABLE	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	RANGO DE APLICACIÓN	METODO DE MEDICIÓN
Fibra de Enea	Cantidad en peso	% en peso	0.25%, 0.50%, 0.75%,1.25%	Balanza

*Tabla 10: Variables Dependientes*

VARIABLES DEPENDIENTE			
VARIABLE	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	METODO DE MEDICIÓN
Propiedades físico-mecánico	Resistencia a la compresión de las unidades de tierra reforzada	kgf/cm <sup>2</sup>	NORMA E.080
	Resistencia a compresión de pilas	kgf/cm <sup>2</sup>	NTP E.080
	Resistencia a la tracción de las unidades de tierra reforzada	kgf/cm <sup>2</sup>	NORMA E.080
	Resistencia a la compresión diagonal en murete	kgf/cm <sup>2</sup>	NTP E.080
	Resistencia a la flexión de unidades de albañilería	kgf/cm <sup>2</sup>	NTP 399.613/ASTM C 67
	Resistencia a la tracción en el mortero	kgf/cm <sup>2</sup>	NTP E.080
	Absorción de las unidades de tierra reforzada	%	NTP 399.613/ASTM C 67
	Succión de las unidades de tierra reforzada	g/200 cm <sup>2</sup> /min	NTP 399.613/ASTM C 67
Análisis de costos de Unidades	Comparación de costos	S/.	Análisis económico

*Tabla 11: Variables Interviniente*

VARIABLES INTERVINIENTES			
VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR	METODO DE MEDICIÓN
Largo de la Fibra	m	0.03-0.06	Centimetro
Ancho de la fibra	m	De 0.01 hasta 0.03	Centimetro
Tiempo de secado	Días	28	Calendario

## **Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos**

### **Observación como primer paso al método científico**

Mediante la observación se fue analizando todos los pasos para poder probar la hipótesis.

### **Revisión literaria**

Para poder poner a prueba la hipótesis, fue necesario la revisión de antecedentes que tengan variables similares para poder ser contrastados con la presente investigación. Además, se revisó bases teóricas para poder realizar los experimentos científicos, conocer la problemática que llevó a realizar esta investigación, el conocimiento de la fibra, la importancia del adobe en la vida de las personas y la evaluación del impacto ambiental.

### **Programas**

SPPS 25: Para el análisis estadístico

Mendeley: Para ayudar en el proceso de citado

Google Chrome: Para la investigación de páginas webs confiables

Google Earth

Word

Excel

### **Fuentes**

Obtenidas mediante la investigación de páginas web como: SCOPUS, SCIENCEDIRECT, DIALNET

Los ensayos realizados se realizaron mediante el seguimiento de: Norma E080, Reglamento nacional de edificaciones, Norma ASTM C, NTP: Normas técnicas peruanas.

### **Instrumentos**

Se utilizan diferentes guías y normas para poner a hipótesis y observar las variables con respecto a la experimentación en los laboratorios como en la recolección de datos para poder llegar a una conclusión que ayude al desarrollo de la investigación.

#### **Ensayos in situ para la Selección del Suelo**

Prueba Cinta de barro

Prueba Presencia de arcilla o Resistencia seca

Prueba Granulométrica o de la Botella

Prueba de Solidez

#### **Ensayos en Laboratorio para clasificar el Suelo**

Peso Específico

Contenido de Humedad

Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad

Granulometría

### **Caracterizar la fibra de enea**

### **Análisis químico del agua a utilizar**

### **Ensayos de laboratorio en unidades**

Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe

Ensayo de Resistencia a la Tracción de la Unidad de Adobe por Compresión diametral

Ensayo de Flexión a la Unidad de Adobe

Ensayo de Absorción

Ensayo de Succión

### **Ensayos de laboratorio en pilas y muertes**

Ensayo a la tracción en el mortero

Ensayo de Compresión en pilas

Compresión Diagonal o tracción indirecta

### **Análisis económico**

### **Evaluación de impacto ambiental**

#### **Adición de fibra de enea**

Se realiza la incorporación de la fibra de enea al bloque de tierra dejado dormir por 48 días saturado, verificando que no sea expuesto a mucho sol y a mucho viento. La mezcla se realiza de manera homogénea repitiendo la mezcla muchas veces para que la fibra se encuentre distribuida verificando los porcentajes planteados para la investigación, del mismo se dejan reposar en sombra por 28 días para la realización de su ensayo correspondiente.

#### **Ensayos adaptados**

##### **Ensayo de absorción de unidades**

Actualmente este ensayo no se encuentra presente en la norma E080, sin embargo, resulta importante medir la cantidad la cantidad de agua que absorbe el adobe por ende se utiliza una adaptación de la NTP 399.613 referida a las unidades de ladrillo y la norma internacional ASTM C67 que son muy parecidas. Para este ensayo se realizó una absorción de 24 horas, logrando observar que las muestras no soportan esta cantidad de tiempo.

##### **Ensayo de succión de unidades**

Actualmente este ensayo no se encuentra presente en la norma E080, sin embargo, al no poder medir la cantidad de agua que absorbe con el ensayo de absorción resulta imperativo poder reconocer la cantidad de agua que succiona las unidades de tierra reforzada en 1 minuto por

ende se utiliza una adaptación de la NTP 399.613 referida a las unidades de ladrillo y la norma internacional ASTM C67 que son muy parecidas.

### Ensayo de flexión de unidades

Actualmente este ensayo no se encuentra presente en la norma E080, sin embargo, resulta importante medir la resistencia que tiene el adobe al resistir cargas de flexión por ende se utiliza una adaptación de la NTP 399.613 referida a las unidades de ladrillo y la norma internacional ASTM C67 que son muy parecidas. Para este ensayo se realizó muestras de unidades de tierra reforzada más no se utiliza el uso de pequeñas vigas como algunos antecedentes, pero resulta útil tener esta capacidad ya que en la mayoría de veces los adobes se utilizan para la elaboración de muros estructurales.

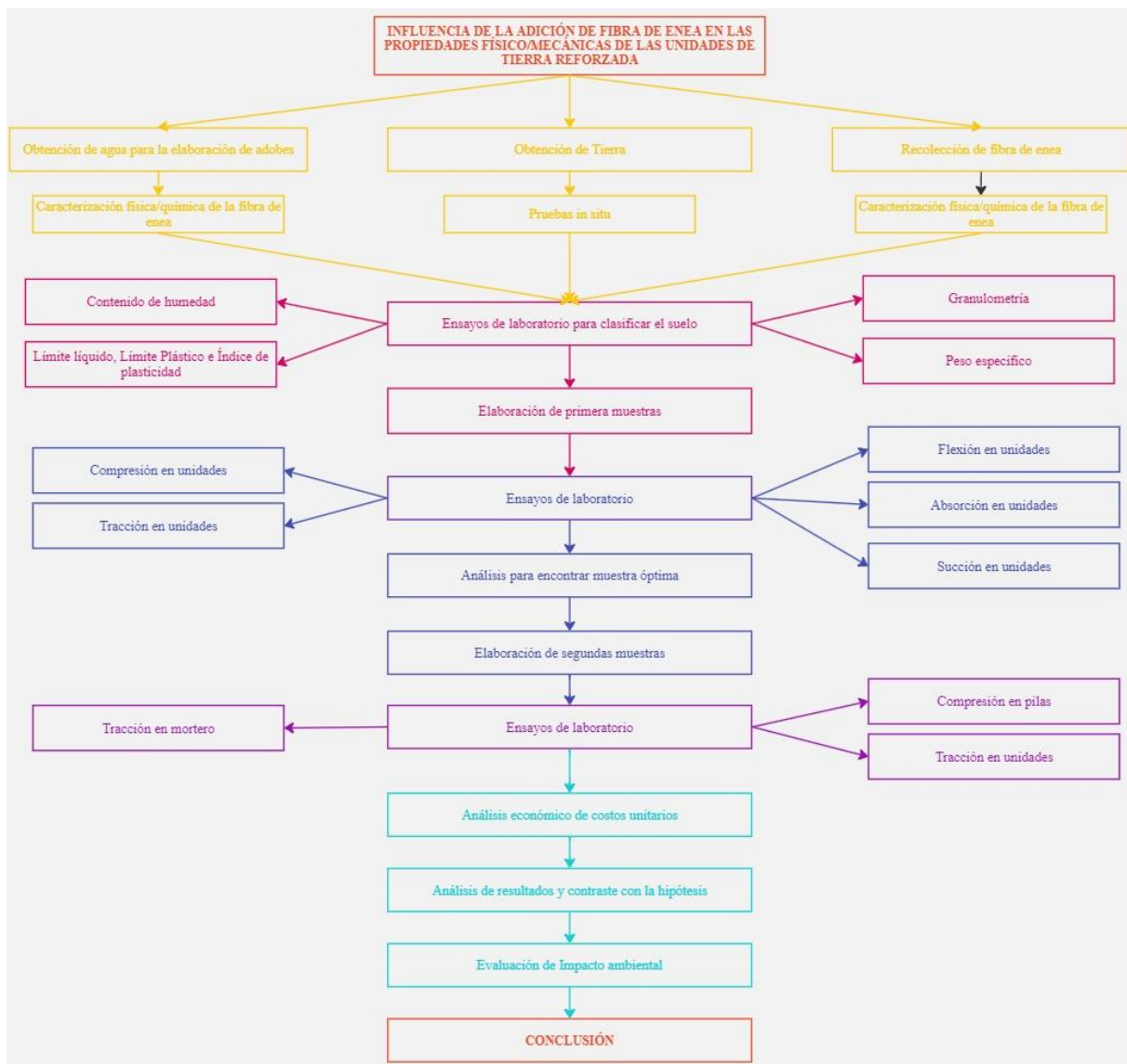


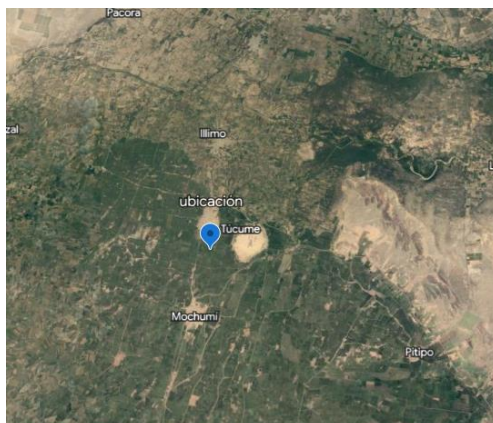
Figura 10: Procedimientos de desarrollo de la investigación (Elaboración propia)

## Procedimientos

### Lugar de fabricación de las Unidades de tierra reforzada

Se realizó una comparativa con las pruebas in situ de la tierra de las zona de Ferreñafe como de la zona de Túcume, ya que estas zonas del este de Lambayeque son reconocidas por la elaboración de grandes centros históricos hechos de adobe que perduran con el tiempo, como se verá en los puntos siguientes presentan características similares, pero la gran diferencia es que la zona de Ferreñafe presenta mayor cantidad de suelo orgánico que no resulta beneficioso a la hora de la elaboración de las unidades de Tierra reforzada.

Por esto, se considera la zona de Túcume como el lugar de elaboración de las unidades de tierra reforzada, como descripción se tiene que se encuentra a 33 km de la ciudad de Chiclayo y forma parte de la región Lambayeque destacando que los suelos son de tipo aluvial. Como característica principal se encuentran las grandes pirámides de Túcume que forma parte del patrimonio peruano donde la altura de la pirámide más alta que tiene 700 metros de altura.



*Figura 11: Mapa de Túcume*

### Lugar de obtención de la fibra de enea

Esta fibra natural se encuentra en grandes cantidades de los drenes de diferentes lugares, debido a sus características su principal función es la elaboración de sillas, gorras, petates, etc. Con los antecedentes podemos reconocer que tiene propiedades similares a la fibra de coco y de piña las cuales también se utilizan para la elaboración de unidades de tierra reforzada.

El lugar escogido para la obtención de la fibra es el dren cercano de la carretera San José-Chiclayo, el cual se ha requerido el uso de una persona experimentada para la extracción física de la fibra en estado verde verificando que no presente características que puedan influir de manera negativa en sus propiedades.

Para el uso de esta fibra después de su extracción se deja reposar en sol durante dos semanas para quitar la humedad natural y poder tener la fibra seca que es la necesaria para el desarrollo de la tesis.



(a)



(b)

*Figura 12: (a) Lugar de extracción de la fibra, (b) fibra en estado natural*



*Figura 13: Fibra de enea*

### **Selección del suelo para la Fabricación de unidades de tierra reforzada**

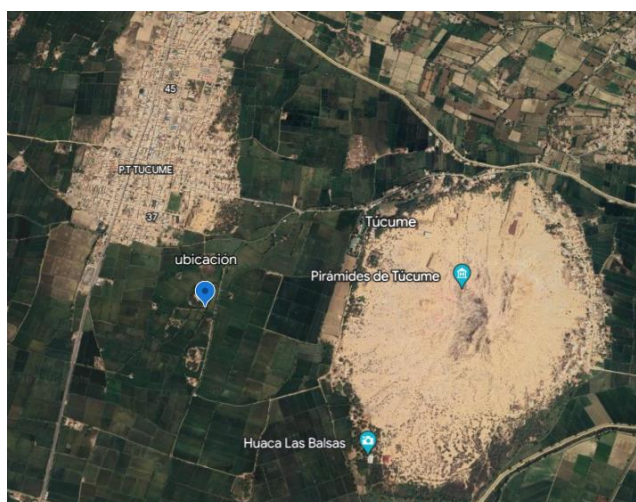
Para el desarrollo de la investigación se escogió la zona de Túcume debido a todo lo expresado anteriormente, se tuvo cuidado al momento de recolectar la muestra para no mezclar la muestra con restos orgánicos como de basura que genere resultados erróneos. La norma Peruana de Edificaciones 0.80 basada en las unidades de tierra reforzada nos recomienda el uso del suelo cuyos porcentajes se representan con porcentajes de: 15-25% de limos, 10-20% de arcilla y 55-70% de arena.

### **Obtención de la muestra óptima del tipo de suelo**

Para la elaboración de las primeras unidades de tierra reforzada, se hizo el estudio de diferentes canteras de la ciudad de Túcume y Ferreñafe, que fue escogida anteriormente por los estudios in situ.

Principalmente el estudio se basa en la obtención de muestras que contengan la cantidad necesaria de arcilla sin excederse o sin hacerle falta, como también la verificación de la zona que no contenga restos orgánico como tampoco zonas de muchas plantas que generen resultados erróneos.

El lugar final donde se escogió es la zona de Túcume, específicamente la calle Tres Marías que se encuentra muy cerca de las pirámides de Túcume, además de consultar a una persona con 15 años de servicio en la zona y amplia experiencia para el diseño de las unidades de tierra reforzada.



*Figura 14: Lugar de elaboración de tierra reforzada*

## **Pruebas In Situ**

### **Prueba Cinta de Barro**



*Figura 15: Prueba de cinta de barro*

### Prueba Presencia de arcilla o Resistencia seca



*Figura 16: Prueba de Presencia de Arcilla*

### Pruebas de Granulometría o de la botella



*Figura 17: Prueba de la botella*

## Pruebas de Solidez



*Figura 18: Prueba de solidez*

## Pruebas de laboratorio

### Peso Específico Relativo de las partículas sólidas (NTP 339.131 o ASTM D854)



*Figura 19: Peso relativo de las partículas sólidas*

### Contenido de Humedad (NTP 339.127 o ASTM D2216)



*Figura 20: Contenido de Humedad*

### Límite Líquido, Límite Plástico e índice de Plasticidad (NTP 339.129 o ASTM D43)



*Figura 21: Límite líquido, Límite plástico e índice de plasticidad*

## Granulometría



*Figura 22: Granulometría*

## Análisis Químico del agua

Para el análisis químico se toma muestra del agua que se va a utilizar para la elaboración de las unidades de tierra reforzada, en este caso el agua que se utiliza es la proveniente de un pozo el cual se va a caracterizar de manera química para saber sus propiedades y la influencia que puede tener en los resultados.



*Figura 23: Caracterización del agua*

Para el estudio se buscó los laboratorios de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, específicamente los nuevos laboratorios de Química para conocer la cantidad de cloruros, sulfatos y Ph de la muestra.

## Caracterización de la fibra

Para la caracterización de la fibra de enea se hizo necesario buscar un laboratorio que pueda realizar este estudio químico y físico para poder correlacionar la información que nos presentan los antecedentes.

Para esto, se investigó un laboratorio que pueda realizar este análisis, así como también presente fiabilidad de datos para el proceso de investigación que se va a realizar, este laboratorio es el que se encuentra en la Facultad de Ambiente en la Universidad Nacional de Trujillo que cuenta como un laboratorio aparte de la universidad pero que se encuentra gestionado por la misma.



(a)



(b)

*Figura 24: Universidad Nacional de Trujillo (a) Laboratorio Facultad de Ambiental (b) Laboratorio Facultad de Ingeniería Civil*

Para la caracterización, trabaje con las mismas propiedades que utilizaré para la elaboración de unidades de tierra reforzada: Fibra extraída de manera manual con hoz, se deja secar por 2 semanas, se verifica la utilización de una fibra apropiada que no presente desgaste o restos de plagas que influya de manera negativa. El laboratorista e Ingeniero Químico hicieron los ensayos con 1 kg de fibra de enea para realizar los ensayos químicos y físicos necesarios para su caracterización.

## Elaboración de las Primeras muestras para ensayar

### Elaboración de las unidades patrón

Para empezar, se realizar las gaveras correspondientes a las medidas que necesitaremos para las pruebas de laboratorio.



(a)



(b)



(c)

*Figura 25: Gavera (a) Tradicional (b) Cubitos (c) cilindros*

Se elaboraron 3 muestras de cada medida para poder analizar qué cantidad de fibra se va a agregar en los porcentajes, se realiza las muestras cilíndricas de 12'' de altura y 6'' de diámetro, las muestras de 10 cm de arista y las muestras típicas de adobe de 30 x 15 x 9 cm.



*Figura 26: Elaboración de unidades patrón*

Se tomará un promedio del peso de las muestras húmedas y un promedio de las muestras húmedas.

Tras analizar los resultados y sacar un promedio de los tres resultados, se midió que cantidad de fibra de enea va a cada unidad de tierra reforzada según los porcentajes que necesitaremos para verificar la hipótesis.

En los resultados finales se considera un 5% de desperdicio en el agua y la tierra por el hecho de la pérdida de humedad y tamaño en el secado, también por que se pierde material al momento de transportar de un lugar a otro.

Para las muestras se realizan 2 unidades más para cada ensayo por si ocurre algún inconveniente antes de ensayar.

Para los cálculos de tierra y agua se consideran redondeando a números enteros para el proceso constructivo sea más trabajable y aceptable.

Se considera una cantidad de paja para cada unidad recomendada por el señor que elabora los adobes.

### **Elaboración de las unidades de acuerdo a los porcentajes**

Para empezar, después del secado de la fibra por 2 semanas en sol para sacar toda la humedad que tiene en su lugar de origen, se procedió a cortar la fibra de enea en como se ha clasificado para el desarrollo de la investigación.

Después se procedió a pesar la muestra de fibra con respecto al peso de las muestras y las cantidades que se va a utilizar en la investigación y se separó la muestra para los diferentes porcentajes y su cantidad a utilizar.

Dos días antes de la elaboración de las unidades de tierra reforzada, se procedió a edificar una estructura que cubra el viento y el sol a las muestras de acuerdo con la norma E.080 para evitar contracción y un secado rápido.

También el mismo día se procedió a retirar la cantidad de tierra necesaria para la elaboración de las unidades de tierra reforzada para mojarla y batirla con cascará de arroz que nos servirá para la muestra patrón y los porcentajes de acuerdo con la norma E.080.

Pasado los dos días de secado se procedió a ir al lugar de elaboración con los porcentajes separados y pesados para que sea agregado a la cantidad de tierra moja con la cascara de arroz y su tiempo de reposo.

Luego se procedió a marcar y separar la tierra en 5 partes iguales por que se necesitaran la misma cantidad de unidades de tierra reforzada en los porcentajes de 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.25 % de fibra para luego agregar cada porcentaje a la tierra.

Se separó las muestras y se agregó la cantidad de fibra ya pesada en bolsas con su posterior batido de 3 veces para evitar que se queden segregados una parte más que la otra y poder tener resultados homogéneos.

Después de batir se procedió a elaborar las unidades de tierra reforzada de cada pedazo, logrando separar cada muestra para no equivocarnos en su recojo.

Se procedió a enumerar cada muestra con una letra pequeña para evitar quitar mucha cantidad de tierra de su estructura que puede traer consigo daños a sus resultados.

Además, se le agregó una pequeña cantidad de arena fina y cáscara de arroz para ayudar a un secado lento y evitar fracturas por secado.

Finalmente, después de elaborar cada muestra por porcentaje y agregarle 2 muestras adicionales a cada grupo de ensayo y de porcentaje por si la muestra sale dañada o si la muestra se fractura en el transporte:

Compresión: 40 Unidades

Absorción: 40 Unidades

Flexión: 40 Unidades

Succión: 35 Unidades

Compresión diametral: 40 Unidades

Tracción indirecta en mortero: 16 Unidades

Finalmente, estas muestras se dejaron secar en sombra y cuidando el viento por 28 días de acuerdo con la norma E-0.80 y el plan de investigación, a los 14 días se visitó para ver el desarrollo recalcando que al tercer día se procedió a voltear la muestra para un secado uniforme.

### **Ensayos de laboratorio para las Primeras muestras**

Después de dejar secar las unidades por 28 días, se procedió a llevar las muestras secas al laboratorio para poder realizar las primeras muestras respetando los ensayos y tratando de conservar los materiales fuera del alcance de la lluvia o humedad que puede estar cerca, y genere resultados adversos.

### **Ensayo a la compresión en unidades**

Par el ensayo de compresión se escogieron las muestras que tenían mejor forma para mantener plana la carga y se pueda distribuir de manera uniforme. Se respeta el secado de los 28 días, procediendo a medir las longitudes y a apuntar las cargas.



*Figura 27: Ensayo de Compresión en unidades*

### **Ensayo de Tracción Indirecta en unidades**

Para el ensayo de tracción indirecta se planteó evaluar en cilindros de acuerdo con la Norma E.080 para poder medir los mejores cuatro resultados de los seis que fueron evaluados, observando la rotura.



*Figura 28: Ensayo a la tracción*

### **Ensayo a la Flexión en unidades**

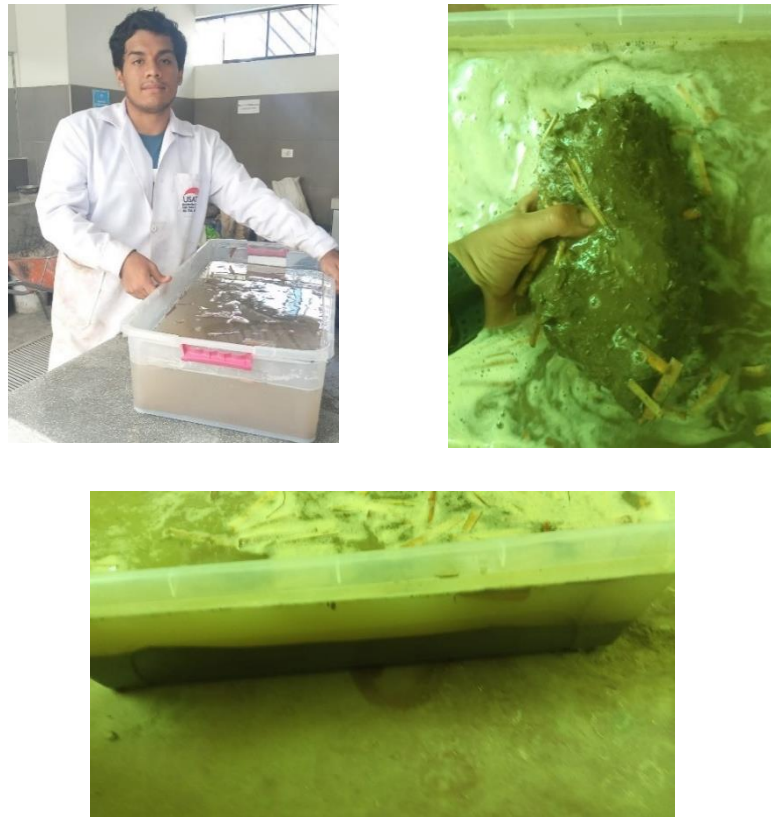
Para el ensayo de Flexión se utilizó la normativa ASTM C67 y una adaptación de la norma NTP 399.614 que va enfocada a los ladrillos de arcilla, por eso para conocer la resistencia que tiene se realiza el procedimiento de acuerdo a la norma. Así como para tomar los datos para tener el resultado final y comprobar si la hipótesis es correcta.



*Figura 29: Ensayo de Flexión*

### **Ensayo de Absorción en unidades**

Para el ensayo de Absorción se utilizó la normativa ASTM C67 y una adaptación de la norma NTP 399.614 que va enfocada a los ladrillos de arcilla, por eso para conocer la cantidad de agua que adobe absorbe se tiene que realizar el procedimiento de acuerdo a la norma. Así como para tomar los datos para tener el resultado final y comprobar si la hipótesis es correcta. Sin embargo, al momento de realizar el ensayo se tuvo las características que al minuto de sumergido comenzó a salir burbujas demostrando que el agua estaba entrando, luego a los 3 minutos comenzó a salir esa sustancia blanquecina de del agua, a las 2 horas el material ya había perdido su forma principalmente los bordes se encontraban caídos. Finalmente, a las 4 horas y media ya el material se encontraba totalmente en el fondo como si fuera una base y la fibra flotando. Por eso se decidió utilizar el ensayo de Succión para medir su capacidad de absorción al minuto.



*Figura 30: Absorción en unidades*

### **Ensayo de periodo inicial de absorcion (succión)**

Para el ensayo de succión del adobe se planteó evaluar la cantidad de agua que absorbe esta unidad siendo sumergida por 3 mm por un periodo de 1 minuto de acuerdo con la normativa N.T.P. 399.613: Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Se considera el peso seco del adobe y el peso luego de ser sumergido, tomando el valor del área sumergido para tener el resultado.



*Figura 31: Ensayo de succión del adobe*

## Ensayo de Resistencia a la tracción en morteros

Para el ensayo de tracción indirecta en el mortero se planteó evaluar la unión de dos unidades de tierra reforzada mediante la unión de un mortero de acuerdo con la Norma E.080 para poder medir los mejores cuatro resultados de los seis que fueron evaluados.

Se observa los resultados de la máquina a la cantidad de fuerza que el mortero puede aguantar, cabe recalcar que el mortero está hecho del mismo material de la tierra agregando cascara de arroz y arena para mejorar su agarre y evitar agrietamiento por secado.



*Figura 32: Ensayo a la tracción del mortero*

## Planteamiento del porcentaje óptimo para la realización de los siguientes ensayos planeados

Después de analizar los primeros resultados en base a los ensayos de laboratorio de las muestras se puede sacar una pequeña conclusión de que porcentaje influye de mejor manera ya sea mejorando las unidades patrón o también que reduce de menor manera frente a los demás porcentajes.

En este caso es la adición de 0.50% de fibra de enea en peso, se planteó esta adición para los ensayos de pilas y muretes junto al ensayo del mortero que no se le agregará el aditivo pero que será de importancia.

## Segunda elaboración de unidades de tierra reforzada para los demás ensayos

Una vez teniendo el porcentaje óptimo se planteó la elaboración de las nuevas unidades de tierra reforzada con unas nuevas medidas de tal manera que cumpla la norma E.080, destacando las

medidas de 16x8x8 y 20x10x9 que serán utilizadas para los ensayos de compresión en pilas y muretes.

Se planteó la elaboración de las unidades patrón solo con la adición de pajilla y la elaboración de las unidades con una adición de 0.50% de fibra de enea.

Se inició la elaboración de 6 muestras de mortero + 2 por si hay algún inconveniente, que se representa por 12 unidades de tierra reforzada unidas por un mortero hecho de barro y pajilla para poder corroborar que este mortero es adecuado para la realización de las pilas y muretes por ende se ensayarán de ser el caso de que cumpla se realizarán el mismo material para los otros ensayos. De no ser el caso se procede a realizar otro mortero con la adición de cemento que ayudará a mejorar la resistencia.

Después de la realización de los ensayos de mortero, se procedió a realizar 12 pilas + 4 pilas por si hay un inconveniente que serán ensayado con medidas de las unidades de tierra reforzada de 16x8x8 que cumple con la norma E.080.

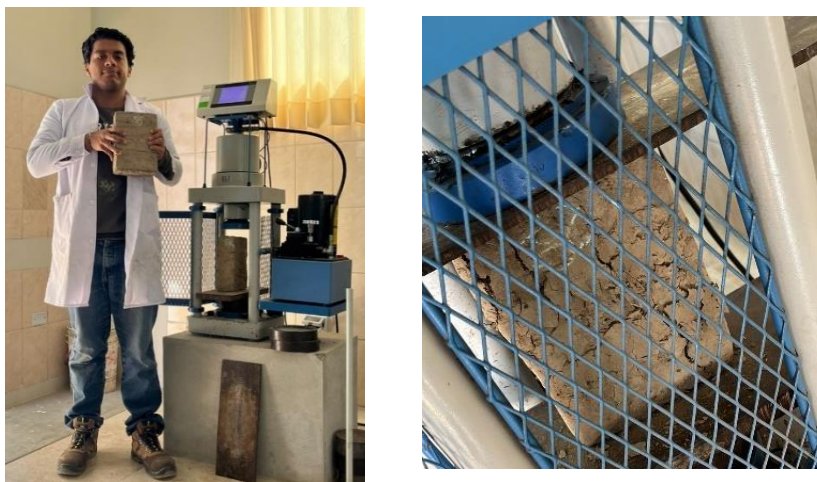
A su vez se realizaron los muretes que son 12 muretes + 2 muretes que serán ensayados de manera que se considere la carga diagonal.

Compresión en pilas: 20 Pilas (60 unidades)

Compresión diagonal en murete: 16 Muretes (288 unidades)

### **Ensayo de compresión en pilas**

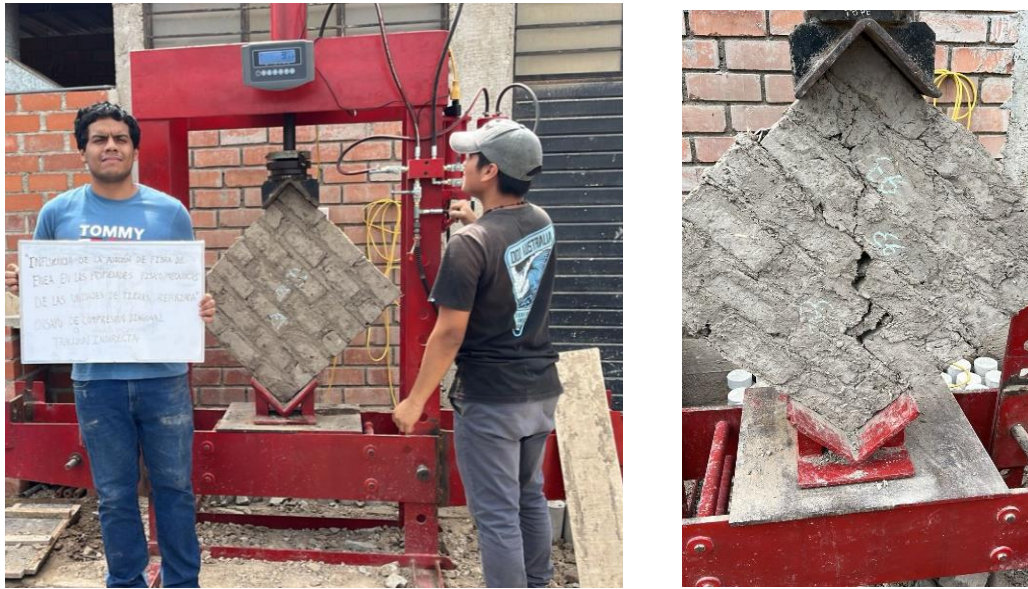
Para el ensayo de compresión en pilas se realizó de acuerdo a la norma E080, el cual nos pide ensayar mínimo 6 muestras de pilas que está conformado por 3 unidades de adobe de los cuales se tomarán los 4 mejores valores.



*Figura 33: Ensayo de compresión en pilas*

## Ensayo de compresión diagonal en murete / Tracción indirecta en murete

Para el ensayo de compresión diagonal en murete se realizó de acuerdo a la norma E080, el cual nos pide ensayar mínimo 6 muestras de muretes que está conformado por 18 unidades de adobe de los cuales se tomarán los 4 mejores valores.



*Figura 34: Ensayo de compresión en muretes*

## Matriz de Consistencia

TITULO INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS	VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES OPERACIONAL	INDICADORES	INSTRUMENTACION	PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN
Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada	<p><b>Objeto Principal:</b> Evaluar la influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de tierra reforzada para los porcentajes de 0.25%, 0.50%, 0.75 % y 1.25% en peso.</p> <p><b>Objeto Especifico:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificar el tipo de suelo mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) de la cantera de suelo que se va a trabajar.</li> <li>• Analizar las características del agua utilizada para la elaboración de las unidades de tierra reforzada mediante un análisis químico.</li> <li>• Analizar las propiedades físicas de las fibras de enea mediante ensayos de laboratorio.</li> <li>• Evaluar la resistencia a la compresión de las unidades de tierra reforzada para las dosificaciones de fibra de enea de: 0.25, 0.50, 0.75 y 1.25%.</li> <li>• Evaluar la resistencia a la tracción de las unidades de tierra reforzada para las dosificaciones de fibra de enea de: 0.25, 0.50, 0.75 y 1.25%.</li> <li>• Evaluar la resistencia a la flexión de las unidades de tierra reforzada para las dosificaciones de fibra de enea de: 0.25, 0.50, 0.75 y 1.25%.</li> <li>• Evaluar la permeabilidad de las unidades de tierra reforzada a través del ensayo adaptado de absorción para las dosificaciones de fibra de enea de: 0.25, 0.50, 0.75 y 1.25%.</li> <li>• Identificar el porcentaje óptimo de entre los porcentajes experimentados en relación de sus propiedades físico/mecánicas con respecto a la muestra patrón.</li> <li>• Comparar el precio unitario de una unidad patrón en comparación de la adición de las diferentes dosificaciones.</li> <li>• Evaluar la resistencia a la compresión diagonal en muretes conformados por unidades de tierra reforzada con respecto al porcentaje óptimo y las muestras patrón.</li> <li>• Evaluar la resistencia a la compresión en pilas conformados por unidades de tierra reforzada con respecto al porcentaje óptimo y las muestras patrón.</li> <li>• Realizar la evaluación del impacto ambiental para el desarrollo del proyecto.</li> </ul>	¿En qué medida la adición la fibra de enea influye en las propiedades mecánicas de las unidades de tierra reforzada?	La adición de fibras enea mejora las propiedades mecánicas de las unidades de tierra reforzada	Fibra de Anea	La enea es una planta que pertenece a la familia Typhaceae, se encuentra principalmente en áreas húmedas donde se caracteriza por tener abundante suelo y agua (barro)	Se toma un muestreo del dren de San José y se trabaja en porcentajes del insumo de fibra de enea en porcentajes de 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1.25%	Propiedades físicas/químicas	Propiedades físicas/químicas	Ensayos de laboratorio	Caracterización de fibra de enea
				VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES OPERACIONAL	INDICADORES	INSTRUMENTACION	NORMA
				Propiedades físico/mecánicas	Unidad de tierra tal como está en su zona de extracción, que en su mayoría se le agrega fibras u arena gruesa para mejorar sus propiedades de estabilidad y sus mejoras mecánicas para su desarrollo en viviendas	Se realiza ensayos para cada uno de los ensayos planeados de acuerdo a la norma E.080 y una adaptación de la norma NTP 399.613	Resistencia a la compresión de las unidades de tierra reforzada	Resistencia última (Kg/cm2)	Ensayo de Compresión	NORMA E.080
							Resistencia a compresión de pilas	Resistencia última (Kg/cm2)	Ensayo de Compresión	NTP E.080
							Resistencia a la tracción de las unidades de tierra reforzada	Resistencia última (Kg/cm2)	Ensayo de Tracción	NORMA E.080
							Resistencia a la compresión diagonal en murete	Resistencia última (Kg/cm2)	Ensayo de Compresión	NTP E.080
							Resistencia a la flexión de unidades de albañilería	Resistencia última (Kg/cm2)	Ensayo de Flexión	NTP 399.613 / ASTM C67
							Resistencia a la tracción en el mortero	Resistencia última (Kg/cm2)	Ensayo de Tracción	NTP E.080
							Absorción de las unidades de tierra reforzada	% de absorción	Ensayo de Absorción	NTP 399.613 / ASTM C67
							Succión de las unidades de tierra reforzada	g/200 cm2/min	Ensayo de Succión	NTP 399.613 / ASTM C67
Análisis de costos	Consiste en el desglose del costo por unidad de medida de cada rubro, identificando los rendimientos, costos y cantidades de cada uno de los insumos o materiales a utilizarse	Aálisis de costos unitarios por cada porcentaje	Análisis de costos económicos	S/.	Análisis de costos Unitarios	Análisis económico				
VARIABLE INTERVINIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	VALOR		INDICADORES	METODO DE MEDICIÓN					
Largo de la Fibra	Medida del largo de la fibra a incorporar	0.03-0.06		Metros	Centimetro					
Ancho de la fibra	Medida del ancho de la fibra a incorporar	De 0.001 hasta 0.03		Metos	Centimetro					
Tiempo de secado	Tiempo de secado del adobe para realizar pruebas de laboratorios	28		Dias	Calendario					

## Consideraciones Éticas

Tabla 12: Consideraciones éticas

CONSIDERACIÓN	ANTECEDENTES			INVESTIGACIÓN PROPIA
	AUTOR	TITULO	ELECCIÓN	
Elección de Fibra de enea	M. Zardari, A. Lakho y M. Amur	Structural behaviour of large size compressed earth blocks stabilized with jute fiber	Fibra de jute como aditivo	Se escogió la adición de fibra de enea debido al mal uso que se le da a esta planta y la su gran población en el departamento de Lambayeque. Se realizó un análisis físico químico para conocer de mejor manera sus propiedades.
	N. Kumar y M. Barbato	Effects of sugarcane bagasse fibers on the properties of compressed and stabilized earth blocks	Bagazo de caña de azucar como aditivo	
	E. Olacia, A. Pisello, V. Chiodo, S. Maisano, A. Frazzica y L. Cabeza	Sustainable adobe bricks with seagrass fibres. Mechanical and thermal properties characterization	Fibras de posidonia como aditivo	
	J. Concha-Riedel, F. Antico y G. Araya-Letelier	Mechanical and damage similarities of adobe blocks reinforced with natural and industrial fibres	Fibra de Micropolipropileno y pelo de cerdo como aditivo	
Elección de los porcentajes de Fibra de enea utilizados en la presente investigación	C. Vásquez, V. Ocas, C. Fernández, M. Cerna, S. Soto y F. Calvanapón-Alva	Analysis of the physical and mechanical properties of adobe with the addition of sugarcane bagasse	Porcentajes: 0.5%, 1.0%, 2.0% y 3.0%	Se seleccionó la tierra de Túcume para realizar los adobes, además de los porcentajes de 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.25% de adición de fibra de enea para medir como influye en sus propiedades físico/mecánicas.
	L. Vasquez, H. Mosqueira y M. Mosqueira-Moreno	Analysis of the mechanical and physical properties of adobe compacted with ichu and with pine fibers	Porcentajes: 2.5%, 5% y 7%	
	F. Abdelkader, R. Mohamed, K. Cheikh y R. Rabehi	Mechanical properties of compressed earth blocks reinforced with glass fibers and palm fibers: Experiments and simulation	Porcentajes: 0.2%, 0.3%, 0.4% y 0.5%	
	G. Sandoval	Evaluación de la erosión y la resistencia del adobe adicionado con cenizas de carbón y cal	Porcentajes: 5%, 8%, 10% y 12%	

En el cuadro anterior, nos muestra los dos parámetros a considerar en la investigación como es la adición de fibra de enea y los porcentajes, con la lectura de los antecedentes los investigadores plantean la forma de como lograron cumplir con sus objetivos.

Por ende, en la presente investigación se plantea de manera propia los porcentajes y fibra a utilizar para experimentar la hipótesis.

Además, todos los ensayos realizados y los resultados obtenidos son verificados por el laboratorista para mostrar confiabilidad y veracidad de los datos.

Finalmente, todos los datos revisados fueron debidamente citados y referenciados.

## Resultados y discusión

### Pruebas In Situ

Para las pruebas in situ se escogieron zonas del distrito de Túcume y Ferreñafe que presentan zonas antiguas basadas en la elaboración de barro, por lo cual se tomaron tres muestras representativas:

- Muestra 1: Túcume
- Muestra 2: Ferreñafe
- Muestra 3: Huanabal

Estas muestras se pusieron a prueba con los experimentos preliminares que nos muestra la norma y así escoger el mejor posible para el trabajo

### Prueba Cinta de barro

Los resultados Obtenidos de la prueba, de acuerdo con la Norma E.080 nos indica que la cinta que tiene longitudes de 10 a 20 cm presenta cantidad adecuada de arcilla sin tener mucha o muy poca cantidad de arcilla para la elaboración.

*Tabla 13: Prueba cinta de barro*

	Muestra N°1	Muestra N°2	Muestra N°3
1) La muestra tiene trabajabilidad	Cumple	Cumple	Cumple
2) La cinta de barro alcanza menos de 10 cm de largo	No cumple	Cumple	Cumple
3) La cinta de barro alcanza entre 10 - 20 cm de largo	Cumple	No cumple	No cumple
4) La cinta de barro es mayor de 20 cm de largo	No cumple	No cumple	No cumple
<b>Conclusiones</b>			
Si cumple con el 3 punto se considera apto	<b>APTO</b>	<b>NO APTO</b>	<b>NO APTO</b>

Nota: Los resultados son los obtenidos a través de la experimentación y verificados.

Se puede observar que la prueba que cumple con los resultados es la zona de Túcume ya que la norma E080 indica que la cinta de barro debe de contener arcilla de tal manera que la cinta esté ente 10 y 20 cm de longitud antes que se rompa.

### **Prueba Presencia de arcilla o Resistencia seca**

Los resultados Obtenidos de la prueba, de acuerdo con la Norma E.080 se indica que las bolitas de barro al someterse a fuera con los dedos no debe de fracturarse o romperse, esto nos representa que la tierra analizada presenta suficiente arcilla para la correcta elaboración de las unidades de tierra reforzada.

*Tabla 14: Prueba presencia de arcilla*

	<b>Muestra N°1</b>	<b>Muestra N°2</b>	<b>Muestra N°3</b>
<b>1) La muestra presenta trabajabilidad</b>	Cumple	Cumple	Cumple
<b>2) La muestra presenta mucho resto orgánico que genera fractura</b>	No cumple	No cumple	Cumple
<b>3) Al generar presión 1 o más bolita se agrieta o se rompe</b>	No cumple	Cumple	Cumple
<b>4) Al generar presión ninguna bolita se rompe</b>	Cumple	No cumple	No cumple
<b>Conclusiones</b>			
<b>Si cumple con el 4 punto se considera apto</b>	<b>APTO</b>	<b>NO APTO</b>	<b>NO APTO</b>

Nota: Los resultados son los obtenidos a través de la experimentación y verificados.

Se puede observar que la muestra obtenida de Túcume es la que presenta mejores resultados para cumplir con la presencia de arcilla necesaria para su buen desempeño ya que las bolitas de tierra soportan la presión de las manos.

### **Pruebas de Granulometría o de la botella**

Los resultados Obtenidos de la prueba, indica que los porcentajes que se debe observar en la botella debe de contener: Las arenas deben de ser 2.5 veces la cantidad de Limos y arcillas para que las unidades de tierra reforzada puedan tener cantidades óptimas para el diseño y su resistencia

*Tabla 15: Prueba de Granulométrica In Situ*

	<b>Muestra N°1</b>	<b>Muestra N°2</b>	<b>Muestra N°3</b>
<b>1) La muestra presenta mucho resto orgánico que hace que la parte de arriba se sature con plantas</b>	No cumple	No cumple	Cumple
<b>2) La muestra presenta aproximadamente: la cantidad de arena esté ente los 1.5 a 3 veces la cantidad de arcilla y limo</b>	Cumple	No cumple	No cumple
<b>Conclusiones</b>			
<b>Si cumple con el 2 punto se considera apto</b>	<b>APTO</b>	<b>NO APTO</b>	<b>NO APTO</b>

Nota: Los resultados son los obtenidos a través de la experimentación y verificados.

Podemos observar que la muestra obtenida de Túcume a simple vista presenta porcentajes parecidos, cercanos a los valores que nos presenta en la prueba de la botella para poder trabajarlo.

### **Pruebas de Solidez**

Los resultados Obtenidos de la prueba, nos indica que la muestra humedecida sometida a una fuerza de caída debe de resultar partículas grandes que mantengan la solidez necesaria de la muestra para el trabajo.

*Tabla 16: Prueba de solidez*

	<b>Muestra N°1</b>	<b>Muestra N°2</b>	<b>Muestra N°3</b>
<b>1) Se rompen en partes grandes</b>	Cumple	No cumple	No cumple
<b>2) Se desmorona completamente</b>	No cumple	Cumple	No cumple
<b>3) Se rompen en pequeños grupos</b>	No cumple	No cumple	Cumple
<b>Conclusiones</b>			
<b>Si cumple con el 1 punto se considera apto</b>	<b>APTO</b>	<b>NO APTO</b>	<b>NO APTO</b>

Nota: Los resultados son los obtenidos a través de la experimentación y verificados.

Podemos observar que la muestra de Túcume presenta suficiente solidez para poder trabajarlo, sin tener que agregar muchos aditivos para que cumpla.

### Pruebas de laboratorio

Luego de que se escogió la muestra 1: que representa la zona de Túcume como la muestra óptima para el trabajo, se procedió a realizar las pruebas de laboratorio para confirmar los datos y poder clasificar el tipo de suelo en base a la clasificación SUCS.

### Peso Específico

La muestra de tierra que fue escogida de la zona de estudio fue sometida a pruebas de laboratorio para conocer el peso que tiene sus partículas con respecto a su relación al aire que se encuentra dentro del mismo, como conclusión se tiene que el resultado promedio del peso específico de las partículas sólidas es de 2.53 gr/cm<sup>3</sup>.

*Tabla 17: Peso Específico del suelo*

Muestra	M-1	Fiola 1 M-1	Fiola 2 M-2
<b>a</b>	Nombre de fiola	F-1	F-2
<b>b</b>	Peso de la fiola	89.16 gr.	89.68 gr.
<b>c</b>	Peso de la muestra de suelo seco	50.00 gr.	50.00 gr.
<b>d</b>	Peso de la fiola + peso de la muestra de suelo seco (b+c)	139.16 gr.	139.68 gr.
<b>e</b>	Peso de la muestra + Fiola + agua	368.00 gr.	368.51 gr.
<b>f</b>	Peso de la fiola + peso de agua	337.70 gr.	338.30 gr.
<b>g</b>	Peso específico de sólidos (Gs) = (c)/((c+f)-e)	2.54 g/cm3.	2.53 g/cm3.
<b>PROMEDIO</b>		2.53 g/cm3.	

Nota: Los resultados son los obtenidos a través de la experimentación y verificados.

Podemos observar que el peso que ocupa la partícula en un volumen es de 2.53 gramos se encuentran retenidas en 1 cm<sup>3</sup>, reconociendo la masa de la partícula sin ninguna maleza o restos orgánicos.

### Contenido de Humedad

La muestra del suelo es sometida a pruebas de laboratorio para poder analizar sus propiedades y definir su clasificación en base a SUCS, en este caso el contenido de humedad que tiene la muestra en la zona en que se encuentra se define con el 6.11% de contenido de humedad luego de su análisis in situ.

Tabla 18: Contenido de humedad

		UND	M1
1	Número de tara	N°	1
2	Peso de la tara + muestra húmeda	gr.	2921.25
3	Peso de la tara + muestra seca	gr.	2760.00
4	Peso del agua contenida: (2)-(3)	gr.	161.25
5	Peso deposito	gr.	121.40
6	Peso muestra seca: (3)- (5)	gr.	2638.60
7	Contenido de humedad (%): (4)/(6)*100	%	6.11%

Nota: Los resultados son los obtenidos a través de la experimentación y verificados.

Podemos observar que el contenido de humedad de la muestra in situ es de 6.11%, representando que la zona absorbe esa cantidad de agua, que nos ayudará al encontrar la clasificación SUCS.

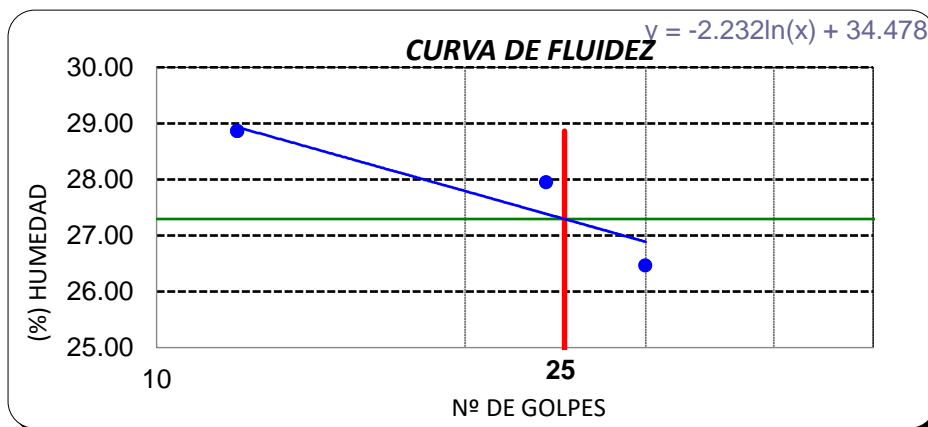
### Límite Líquido, límite Plástico e índice de Plasticidad

La muestra del suelo es sometida a pruebas de laboratorio para poder analizar sus propiedades y definir su clasificación en base a SUCS, en este caso se estudia el comportamiento del suelo cuando pasa de estado líquido a plástico.

Cuyos resultados indican un límite líquido de 27.9, un límite Plástico de 16.21 y finalmente con un índice de Plasticidad de 11.09.

Tabla 19: Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de plasticidad

Datos de ensayo	Límite líquido			Límite Plástico
	1	2	3	4
N° de tarro	1	2	3	4
N° de golpes	30	24	12	<del>4</del>
Tarro + suelo húmedo	44.12	44.91	50.99	31.77
Tarro + suelo seco	40.82	41.28	48.17	31.3
Agua	3.3	3.63	2.82	0.47
Peso del tarro	28.35	28.29	38.4	28.40
Peso del suelo seco	12.47	12.99	9.77	2.9
% de humedad	26.46	27.94	28.86	16.21
CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA				
Límite Líquido	27.29			
Límite Plástico	16.21			
Índice de Plasticidad	11.09			



Nota: Los resultados son los obtenidos a través de la experimentación y verificados.

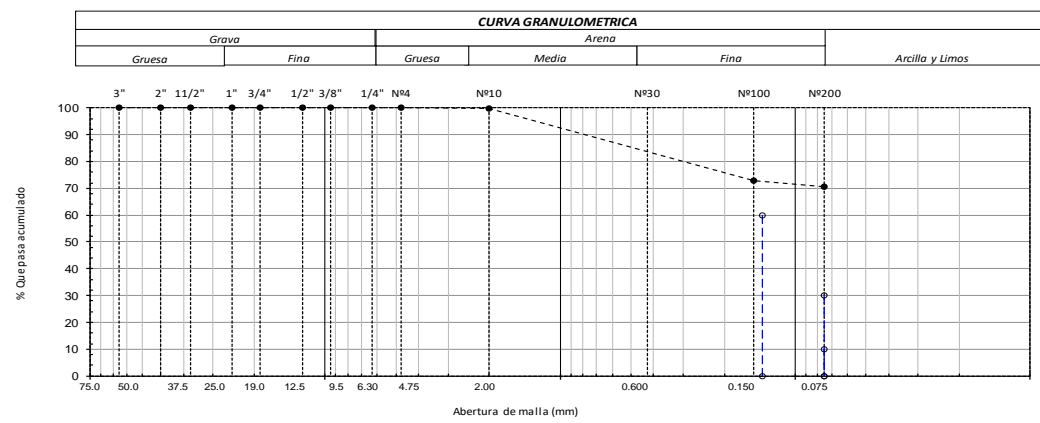
Se puede observar que el límite líquido que tiene la muestra obtenida de Túcume es de 27.29, a su vez también el límite plástico que tiene la muestra es de 26.11, así reconociendo su índice de plasticidad que tiene un valor 11.09 que será un valor de importancia a la hora de clasificar el tipo de suelo a trabajar.

## Granulometría

Tabla 20: Ensayo de Granulometría

ANÁLISIS GRANULOMETRICO	
Peso inicial de la muestra seca	500.00 gr.
Peso de la Muestra después de lavado	194.73 gr.
Perdida por lavado	305.27 gr.
Peso de la tara	45.73 gr.

TAMICES		PESO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pul)	(mm)	RETENIDO			
3"	75.000	0.000	0.000	0.0	100.0
2 1/2"	63.000	0.000	0.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.000	0.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.000	0.000	0.0	100.0
1"	25.000	0.000	0.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.000	0.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.000	0.000	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.000	0.000	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.000	0.000	0.0	100.0
Nº4	4.750	0.220	0.000	0.0	100.0
Nº10	2.360	1.430	0.300	0.3	99.7
Nº20	1.180	11.460	2.300	2.6	97.4
N40	0.600	23.020	4.600	7.2	92.8
Nº60	0.250	76.570	15.300	22.5	77.5
Nº140	0.106	23.920	4.800	27.3	72.7
Nº200	0.075	10.890	2.200	29.5	70.5
< Nº 200	FONDO	47.440	9.500	39.0	61.0



Nota: Los resultados son los obtenidos a través de la experimentación y verificados

Este ensayo del estudio se utilizó para reconocer las características de un suelo con sus propiedades y poder clasificarlo de acuerdo con la norma SUCS Y AASHTO, este método se basa en que parte del material se encuentra retenido o pasa por diferentes tamices. Los tamices utilizados de acuerdo con la norma son la N°4, N°10, N°20, N°40, N°60, N°140 Y N°200. Se puede observar también que la mayoría del suelo se queda retenidos en arcillas y arenas.

### Clasificación del suelo

Para clasificar en SUCS el tipo de suelo con respecto a las Partículas Gruesas y Finas, teniendo como tamiz que define el tamiz N° 200, si más de la mitad del material ensayado se retiene en el tamiz N°100 se considera suelo de partículas gruesas y si más de la mitad pasa por el tamiz se considera Suelo de partículas finas.

En el sistema AASHTO se definen bajo 2 criterios, para materiales limos arcillosos se considera cuando los materiales que pasan por el tamiz N°200 está representado por más del 35% y para materiales granulares se considera que los porcentajes que pasan el tamiz N° 200 iguales o menores del 35%.

Tabla 21: Clasificación de suelo

Ensayo de Límite de Atterberg	
Limite liquido (LL)	27.29 (%)
Limite Plastico (LP)	16.21 (%)
Indice Plastico (IP)	11.09 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	<b>CL</b>
Descripción del suelo	
<b>Arcilla de baja plasticidad con arena</b>	
Clasificación (AASHTO)	A-6 (8)
Descripción	
<b>SUELO ARCILLOSO</b>	

Nota: Los resultados son los obtenidos a través de la experimentación y verificados

En base al estudio de granulometría, límites de Atterberg y contenido de humedad podemos clasificar el tipo de suelo a trabajar, resultando un suelo Arcilla de baja plasticidad con arena un suelo apto para trabajar ya que tiene arcilla para poder ser trabajable y arena que ayuda a no tener fragmentación en secado. Para la clasificación AASHTO se puede definir que es un suelo Arcilloso específicamente en el A-6 (8) un suelo no apto para la estabilización de suelos, pero bueno para el desarrollo de adobes.

### **Análisis Químico del agua**

Los resultados obtenidos son resultados de la experimentación en los laboratorios de Química de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, los cuales fueron tratados por un laboratorista y verificados por un Ingeniero Químico que indican la veracidad de los resultados en base al estudio del agua que se necesitará para el desarrollo del proyecto.

*Tabla 22: Caracterización de Agua*

<b>ANÁLISIS QUÍMICO</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>
SULFATOS	ppm	85.61
CLORUROS	ppm	118.96
Ph	-	7.71
Conductividad	us/cm	996

Nota: Los resultados son los obtenidos a través de la experimentación y verificados

De acuerdo con las normas ASTM D 516 se informa las cantidades de Sulfato que debe tener el agua adaptando la norma al Adobe son valores máximos de 600 ppm cumpliendo con el agua utilizado en el proyecto con 85.61 ppm.

De acuerdo con las normas ASTM D 512 se informa las cantidades de Cloruros que debe tener el agua adaptando la norma al Adobe son valores máximos de 1000 ppm; cumpliendo con el agua utilizado en el proyecto con 118.96 ppm.

De acuerdo con las normas ASTM D 1293 se informa las cantidades de pH que debe tener el agua adaptando la norma al Adobe son valores entre 5.5 a 8.0 de pH; cumpliendo con el agua utilizado en el proyecto con 7.71 de pH.

### **Caracterización de la fibra**

Los resultados obtenidos son resultados de la experimentación en los laboratorios de Ambiental de la Universidad Nacional de Trujillo, los cuales fueron tratados por un laboratorista y

verificados por un Ingeniero Químico que indican la veracidad de los resultados en base al estudio de la fibra de enea que se necesitará para el desarrollo del proyecto.

*Tabla 23: Caracterización Física de la Fibra de Enea*

<b>ANÁLISIS QUÍMICO</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>
HUMEDAD	%	11.63
CENIZAS	%	35.36
GRASAS	%	6.84
PROTEINAS	%	1.43
<b>ANÁLISIS FÍSICO</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>
DENSIDAD	g/cm <sup>3</sup>	18.82
ÍNDICE DE ROTURA	J.m <sup>2</sup> /g	0.13
LISURA	%	78.4
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	Mpa	82.03
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	N/mm <sup>2</sup>	1.43

Nota: Los resultados son los obtenidos a través de la experimentación y verificados

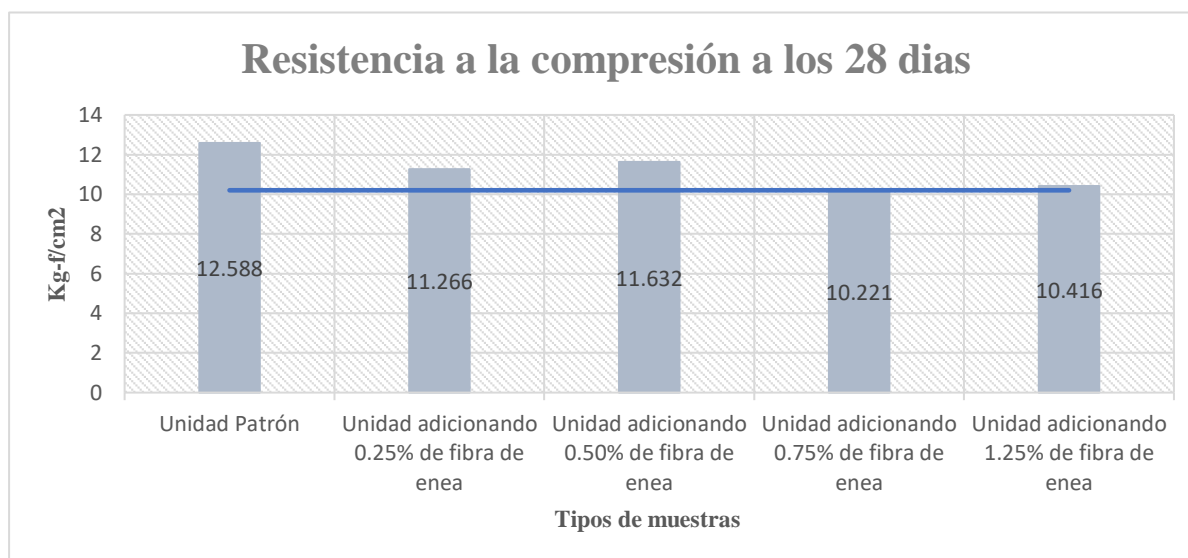
Los valores que resaltan es la resistencia a la tracción con resultados de 82.03 Mpa que de manera solitaria tiene una buena resistencia para ser una fibra natural, también se puede observar que tiene una Resistencia a la compresión de 1.43 N/mm<sup>2</sup> que es representativa para una fibra. En cuanto a la humedad se encuentra un 11.63% después de un secado de 2 semanas y un resto de las cenizas en un 35.3% después de ser prendido en fuego.

### **Ensayo de compresión**

Se puso a prueba en el laboratorio 30 muestras que corresponden a 6 muestras patrón y 6 muestras para cada porcentaje (0.25% - 0.5% - 0.75% - 1.25%) que serán analizadas como se expresará en cada tabla. (Ecuación 7). Según la norma E.080 nos plantea que el promedio de los mejores 4 resultados debe ser mayor o igual a la resistencia última de 1.0 MPa 10.2 kgf /cm<sup>2</sup>.

Tabla 24: Prueba a la compresión a los 28 días

ENSAYO A RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES		
Muestra	Denominación de la unidad	F <sup>b</sup> (PROMEDIO)
Código		(kg-f/cm <sup>2</sup> )
T100-FA0	Unidad Patrón	12.588
T99.75-FA0.25	Unidad adicionando 0.25% de fibra de enea	11.266
T99.5- FA0.5	Unidad adicionando 0.50% de fibra de enea	11.632
T99.25- FA0.75	Unidad adicionando 0.75% de fibra de enea	10.221
T98.75- FA1.25	Unidad adicionando 1.25% de fibra de enea	10.416



Después de ensayar los resultados a compresión se tomó en consideración los mejores cuatro valores de los seis analizados. Cabe recalcar que todas las muestras cumplen con la carga última que está definida por 10.2 kg-f/cm<sup>2</sup>, sin embargo, la adición de 0.75% es la que pasa levemente esta medida.

Finalmente se puede decir que la unidad patrón es la que tiene mejores resultados, pero en los porcentajes podemos reconocer que la adición de 0.5% de fibra de enea tiene mejores resultados frente a los otros porcentajes. La unidad patrón con un valor de 12.588 kg-f/cm<sup>2</sup> y para el porcentaje de adición en 0.5% se tiene el valor de 11.266 kg-f/cm<sup>2</sup>.

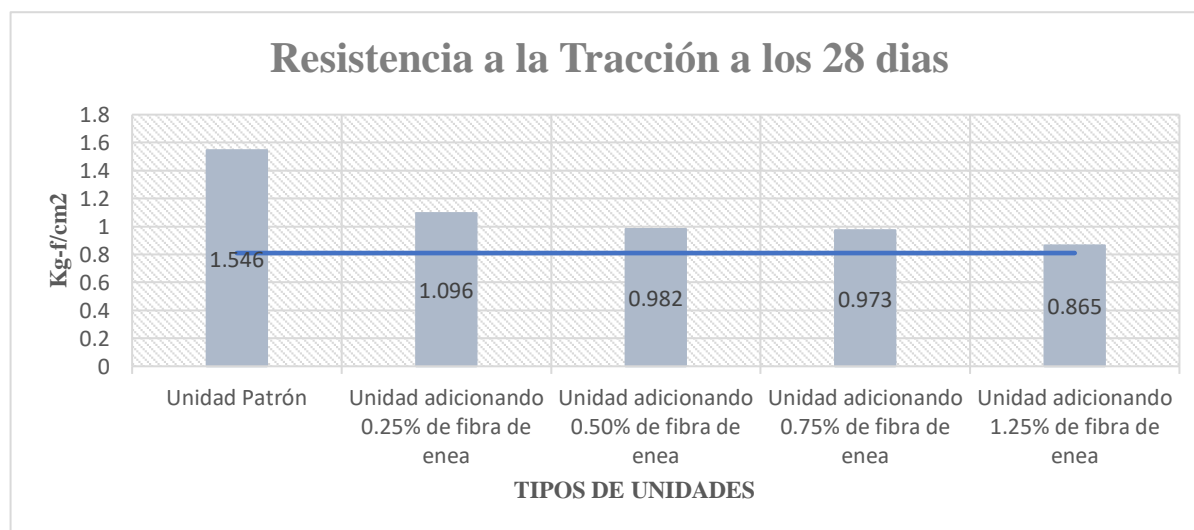
### Ensayo de Tracción Indirecta/Compresión diametral

Para el ensayo de tracción indirecta se realizaron cilindros de acuerdo con la norma E.080 el cual especifica las medidas de 16'' altura y 8'' de diámetro los cuales se dejaron secar 28 días para luego ser ensayados en el laboratorio con una carga en el centro del diámetro.

De acuerdo con la norma E.080 se consideran 6 muestras para cada porcentaje y 6 para la unidad patrón las cuales fueron ensayadas en el laboratorio, considerando los mejores 4 resultados de los 6 para encontrar el promedio.

*Tabla 25: Prueba a la resistencia a la tracción a los 28 días*

ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAMETRAL EN UNIDADES		
Muestra	Denominación de la unidad	Resistencia (PROMEDIO)
Código		(kg-f/cm <sup>2</sup> )
T100-FA0	Unidad Patrón	1.546
T99.75-FA0.25	Unidad adicionando 0.25% de fibra de enea	1.096
T99.5- FA0.5	Unidad adicionando 0.50% de fibra de enea	0.982
T99.25- FA0.75	Unidad adicionando 0.75% de fibra de enea	0.973
T98.75- FA1.25	Unidad adicionando 1.25% de fibra de enea	0.865



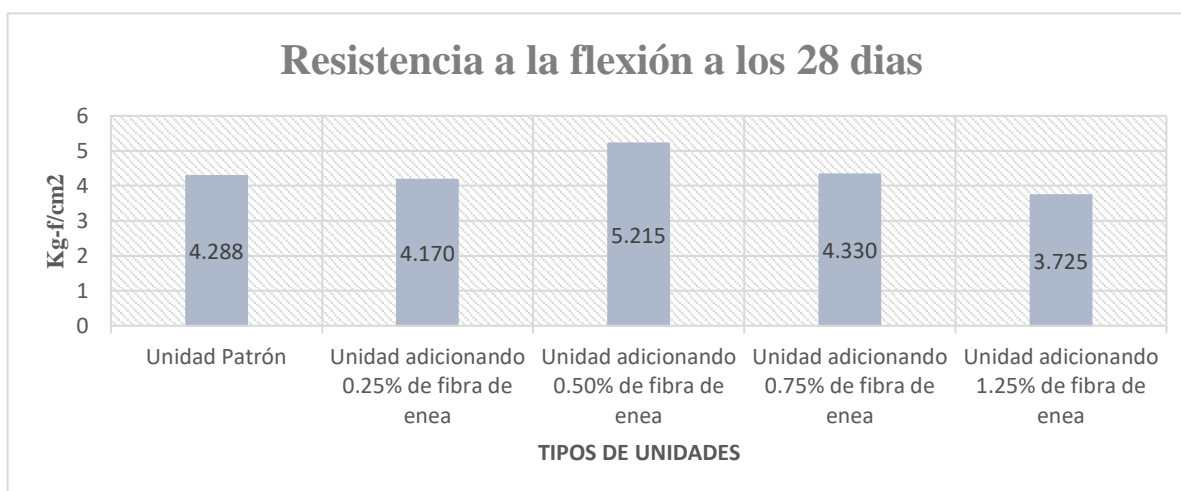
Conforme a los resultados de la tabla podemos observar que todas las muestras superan la carga última que indica la norma E.080 con un valor de 0.81 kg-f/cm<sup>2</sup>. Finalmente, los resultados indican que la fibra reduce su resistencia a la tracción destacando que la unidad patrón es el que tiene mejores resultados y luego le sigue la adición de fibra de enea en un 0.25% y luego 0.50%.

### Ensayo de Flexión

Para el ensayo de resistencia a la flexión, se realizaron 6 muestras para cada uno de los porcentajes y para la unidad patrón adaptando la norma NTP 399.613 que se basa en unidades de ladrillo pero que la norma E.080 no nos presenta este tipo de ensayo además de la norma ASTM C 67, por eso la muestra se carga en el centro sostenido por 2 apoyos con una distancia que influye en los resultados. (Ecuación 12)

Tabla 26: Prueba a la flexión a los 28 días

ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN UNIDADES		
Muestra	Denominación de la unidad	Módulo de rotura (PROMEDIO)
Código		(kg-f/cm <sup>2</sup> )
T100-FA0	Unidad Patrón	4.288
T99.75-FA0.25	Unidad adicionando 0.25% de fibra de enea	4.170
T99.5-FA0.5	Unidad adicionando 0.50% de fibra de enea	5.215
T99.25-FA0.75	Unidad adicionando 0.75% de fibra de enea	4.330
T98.75-FA1.25	Unidad adicionando 1.25% de fibra de enea	3.725



Se dejó secar por 28 días para luego poder ensayarlas; después de realizar las medidas del largo, ancho y altura se procede a medir la distancia del centro para poner la carga y la medida de los apoyos. Se sometió la carga hasta la primera rotura donde la medida de la carga última es la que se considera, luego de romper se procede a medir la distancia desde el centro hasta las fallas para poder tener el resultado.

Como conclusión de los ensayos realizados se tiene que el porcentaje de adición de 0.50% de fibra de enea es el que tiene mejores resultados con valor de 5.215 kg-f/cm<sup>2</sup> frente al patrón con resultados de 4.288 kg-f/cm<sup>2</sup>, demostrando que el porcentaje indicado es el que incrementa su resistencia, mientras que la adición de 1.25% de fibra de enea es el que tiene peores resultados con 3.725 kg-f/cm<sup>2</sup>.

### Ensayo de Absorción

Para el ensayo de Absorción, se presentan datos obtenidos a través de la experimentación como se describe en la metodología procediendo a meter al horno por 24 horas y midiendo la

absorción a las 24 horas de sumergimiento con 6 muestras de cada porcentaje y las unidades patrón.

Se considera norma NTP 399.613 adaptada a adobes como la normas ASTM C67 considerando el promedio. (Ecuación 13)

*Tabla 27: Prueba a la Absorción – Unidad patrón*

ENSAYO A LA ABSORCIÓN EN UNIDADES					
Muestra	Denominación de la unidad	Peso Saturado	Peso Seco	Absorción	Promedio
N°		(kg)	(kg)	(%)	
01	Muestra 01 - T100-FA0	0.00	6310.00	0.00	0.00
02	Muestra 02 - T100-FA0	0.00	5480.00	0.00	
03	Muestra 03 - T100-FA0	0.00	5470.00	0.00	
04	Muestra 04 - T100-FA0	0.00	5640.00	0.00	
05	Muestra 05 - T100-FA0	0.00	5690.00	0.00	
06	Muestra 06 - T100-FA0	0.00	6070.00	0.00	

Después de ensayar las unidades a absorción, se puede observar que ninguna muestra logra soportar las 24 horas sumergido en el agua por eso se considera valores de 0.00% que hace referencia a que no se obtiene resultados de este ensayo.

*Tabla 28: Prueba a la Absorción – Unidad adicionando 0.25% de fibra de enea*

ENSAYO A LA ABSORCIÓN EN UNIDADES					
Muestra	Denominación de la unidad	Peso Saturado	Peso Seco	Absorción	Promedio
N°		(kg)	(kg)	(%)	
01	Muestra 01 - T99.75-FA0.25	0.00	6410.00	0.00	0.00
02	Muestra 02 - T99.75-FA0.25	0.00	6140.00	0.00	
03	Muestra 03 - T99.75-FA0.25	0.00	6490.00	0.00	
04	Muestra 04 - T99.75-FA0.25	0.00	6006.00	0.00	
05	Muestra 05 - T99.75-FA0.25	0.00	5650.00	0.00	
06	Muestra 06 - T99.75-FA0.25	0.00	5806.00	0.00	

Después de ensayar las unidades a absorción, se puede observar que ninguna muestra logra soportar las 24 horas sumergido en el agua por eso se considera valores de 0.00% que hace referencia a que no se obtiene resultados de este ensayo.

*Tabla 29: Prueba a la Absorción – Unidad adicionando 0.50% de fibra de enea*

<b>ENSAYO A LA ABSORCIÓN EN UNIDADES</b>					
<b>Muestra</b>	Denominación de la unidad	Peso Saturado	Peso Seco	Absorción	Promedio
<b>N°</b>		(kg)	(kg)	(%)	
<b>01</b>	Muestra 01 - T99.5- FA0.5	0.00	5670.00	0.00	0.000
<b>02</b>	Muestra 02 - T99.5- FA0.5	0.00	5620.00	0.00	
<b>03</b>	Muestra 03 - T99.5- FA0.5	0.00	5710.00	0.00	
<b>04</b>	Muestra 04 - T99.5- FA0.5	0.00	6060.00	0.00	
<b>05</b>	Muestra 05 - T99.5- FA0.5	0.00	5450.00	0.00	
<b>06</b>	Muestra 06 - T99.5- FA0.5	0.00	5730.00	0.00	

Después de ensayar las unidades a absorción, se puede observar que ninguna muestra logra soportar las 24 horas sumergido en el agua por eso se considera valores de 0.00% que hace referencia a que no se obtiene resultados de este ensayo.

*Tabla 30: Prueba a la Absorción – Unidad adicionando 0.75% de fibra de enea*

<b>Ensayo a la Absorción en unidades</b>					
<b>Muestra</b>	Denominación de la unidad	Peso Saturado	Peso Seco	Absorción	Promedio
<b>N°</b>		(kg)	(kg)	(%)	
<b>01</b>	Muestra 01 - T99.25- FA0.75	0.00	6192.00	0.00	0.00
<b>02</b>	Muestra 02 - T99.25- FA0.75	0.00	5776.00	0.00	
<b>03</b>	Muestra 03 - T99.25- FA0.75	0.00	5912.00	0.00	
<b>04</b>	Muestra 04 - T99.25- FA0.75	0.00	5766.00	0.00	
<b>05</b>	Muestra 05 - T99.25- FA0.75	0.00	5802.00	0.00	
<b>06</b>	Muestra 06 - T99.25- FA0.75	0.00	6536.00	0.00	

Después de ensayar las unidades a absorción, se puede observar que ninguna muestra logra soportar las 24 horas sumergido en el agua por eso se considera valores de 0.00% que hace referencia a que no se obtiene resultados de este ensayo.

*Tabla 31: Prueba a la Absorción – Unidad adicionando 1.25% de fibra de enea*

<b>ENSAYO A LA ABSORCIÓN EN UNIDADES</b>					
<b>Muestra</b>	Denominación de la unidad	Peso Saturado	Peso Seco	Absorción	Promedio
<b>N°</b>		(kg)	(kg)	(%)	
<b>01</b>	Muestra 01 - T98.75- FA1.25	0.00	6340.00	0.00	0.00
<b>02</b>	Muestra 02 - T98.75- FA1.25	0.00	5790.00	0.00	
<b>03</b>	Muestra 03 - T98.75- FA1.25	0.00	5940.00	0.00	
<b>04</b>	Muestra 04 - T98.75- FA1.25	0.00	5850.00	0.00	
<b>05</b>	Muestra 05 - T98.75- FA1.25	0.00	5970.00	0.00	
<b>06</b>	Muestra 06 - T98.75- FA1.25	0.00	5940.00	0.00	

Después de ensayar las unidades a absorción, se puede observar que ninguna muestra logra soportar las 24 horas sumergido en el agua por eso se considera valores de 0.00% que hace referencia a que no se obtiene resultados de este ensayo.

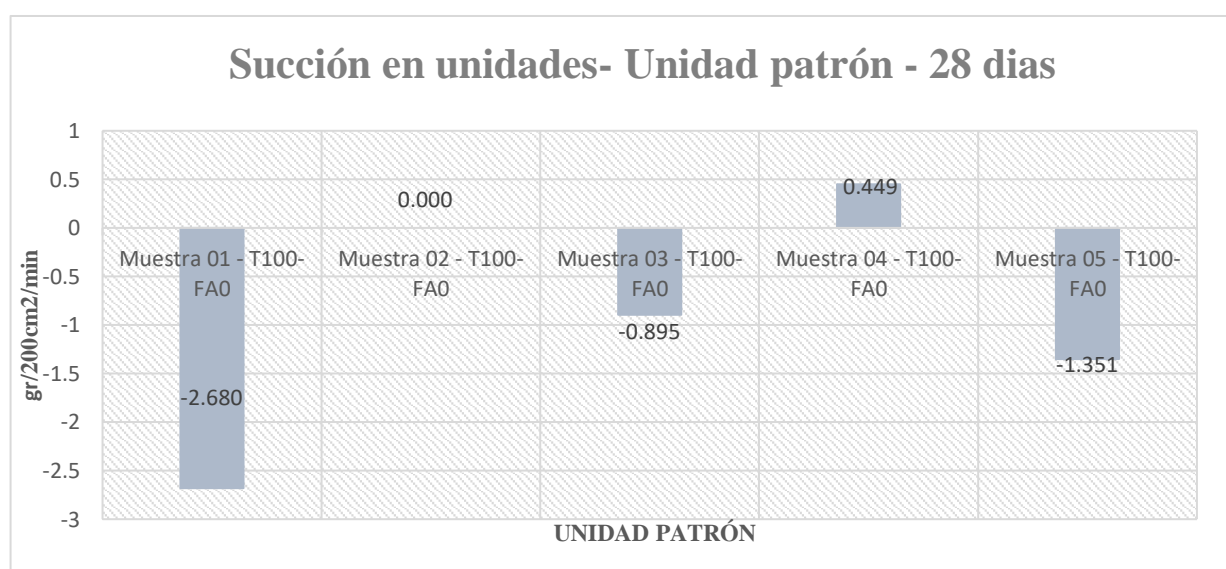
### Ensayo de Succión

Para el ensayo de Succión, se presentan datos obtenidos a través de la experimentación como se describe en la metodología procediendo a secar las unidades de tierra reforzada, para luego sumergirlos por 1 minuto.

Como normativa se considera la NTP 399.613 adaptada al adobe y la norma ASTM C67 de unidades de arcilla.

*Tabla 32: Prueba a la Succión – Unidad patrón*

ENSAYO A LA SUCCIÓN EN UNIDADES						
Muestra	Denominación de la unidad	Área de Succión	Peso Saturado	Peso Seco	Succión	Promedio
N°		(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(kg)	(gr/200cm <sup>2</sup> /min)	
01	Muestra 01 - T100-FA0	447.72	6286.0	6280.0	-2.680	
02	Muestra 02 - T100-FA0	448.58	6346.0	6346.0	0.000	
03	Muestra 03 - T100-FA0	447.12	6008.0	6006.0	-0.895	-0.895
04	Muestra 04 - T100-FA0	445.55	5822.0	5823.0	0.449	
05	Muestra 05 - T100-FA0	444.02	5662.0	5659.0	-1.351	

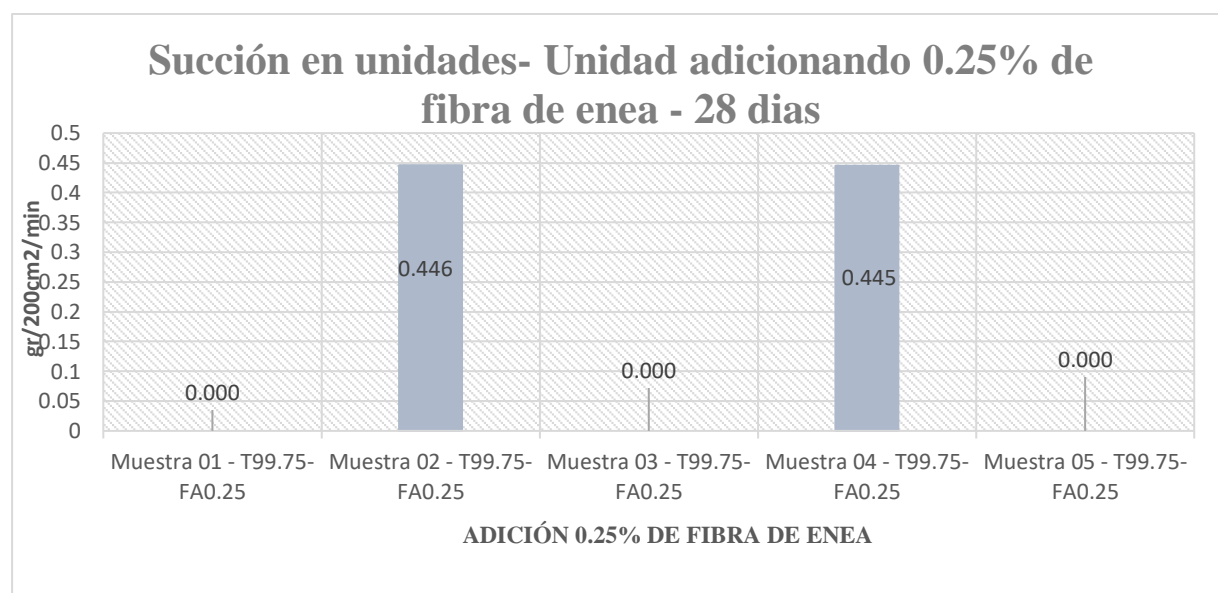


Después de ensayar las unidades a succión por 1 minuto, se puede observar que los resultados de la muestra son muy variables ya que como se observa en el ensayo de absorción no tiene buena resistencia en general para el agua. Algunas muestras indican que pierde material al

momento se sumergirlos, destacando el 0.45 gr/200cm<sup>2</sup>/min que muestra que absorbe agua sin perder material.

*Tabla 33: Prueba a la Succión – Unidad adicionando 0.25% de fibra de enea*

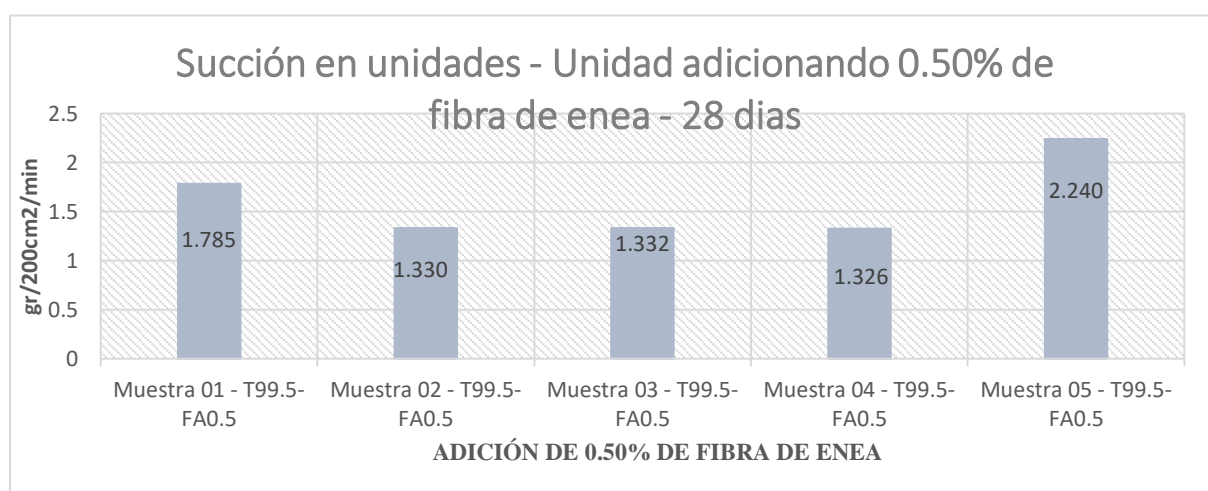
ENSAYO A LA SUCCIÓN EN UNIDADES						
Muestra	Denominación de la unidad	Área de Succión	Peso Saturado	Peso Seco	Succión	Promedio
Nº		(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(kg)	(gr/200cm <sup>2</sup> /min)	
01	Muestra 01 - T99.75-FA0.25	449.96	6062.0	6062.0	0.000	
02	Muestra 02 - T99.75-FA0.25	448.16	5704.0	5705.0	0.446	
03	Muestra 03 - T99.75-FA0.25	451.27	6441.0	6441.0	0.000	0.178
04	Muestra 04 - T99.75-FA0.25	449.47	5731.0	5732.0	0.445	
05	Muestra 05 - T99.75-FA0.25	449.47	5804.0	5804.0	0.000	



Después de ensayar las unidades a succión por 1 minuto, se puede observar que los resultados de la muestra son muy variables. Algunas muestras indican que pierde material, pero absorbe agua al momento se sumergirlos por eso el valor de succión se mantiene en 0, destacando el 0.445 gr/200cm<sup>2</sup>/min que muestra que absorbe agua sin perder material.

*Tabla 34: Prueba a la Succión – Unidad adicionando 0.50% de fibra de enea*

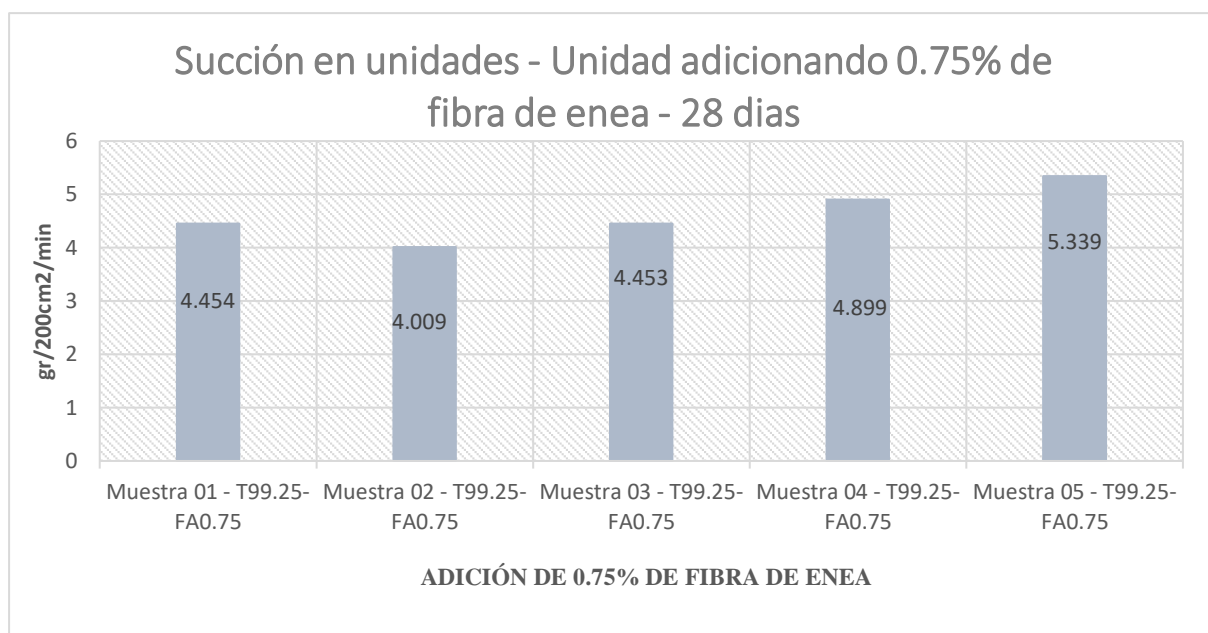
ENSAYO A LA SUCCIÓN EN UNIDADES						
Muestra	Denominación de la unidad	Área de Succión	Peso Saturado	Peso Seco	Succión	Promedio
Nº		(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(kg)	(gr/200cm <sup>2</sup> /min)	
01	Muestra 01 - T99.5- FA0.5	448.28	5854.0	5858.0	1.785	
02	Muestra 02 - T99.5- FA0.5	451.27	6209.0	6212.0	1.330	
03	Muestra 03 - T99.5- FA0.5	450.52	5903.0	5906.0	1.332	1.602
04	Muestra 04 - T99.5- FA0.5	452.59	6306.0	6309.0	1.326	
05	Muestra 05 - T99.5- FA0.5	446.37	5820.0	5825.0	2.240	



Después de ensayar las unidades a succión por 1 minuto, se puede observar que los resultados de la muestra son muy variables. Todas las muestras indican que las unidades absorben agua de mayor manera que la de la que pierde, destacando el 2.240 gr/200cm<sup>2</sup>/min que muestra el mayor valor.

*Tabla 35: Prueba a la Succión – Unidad adicionando 0.75% de fibra de enea*

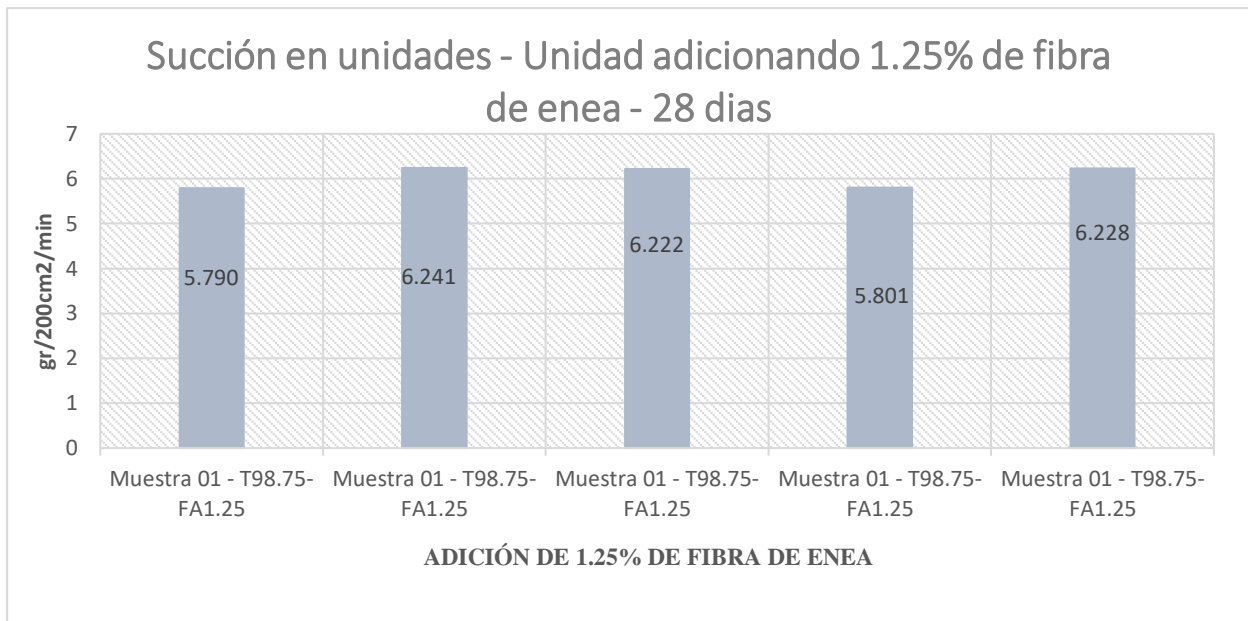
ENSAYO A LA SUCCIÓN EN UNIDADES						
Muestra	Denominación de la unidad	Área de Succión	Peso Saturado	Peso Seco	Succión	Promedio
Nº		(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(kg)	(gr/200cm <sup>2</sup> /min)	
01	Muestra 01 - T99.25- FA0.75	449.03	5815.0	5825.0	4.454	
02	Muestra 02 - T99.25- FA0.75	448.95	5903.0	5912.0	4.009	
03	Muestra 03 - T99.25- FA0.75	449.14	6034.0	6044.0	4.453	4.631
04	Muestra 04 - T99.25- FA0.75	449.10	6390.0	6401.0	4.899	
05	Muestra 05 - T99.25- FA0.75	449.51	6175.0	6187.0	5.339	



Después de ensayar las unidades a succión por 1 minuto, se puede observar que los resultados de la muestra son muy variables. Todas las muestras indican que las unidades absorben agua de mayor manera que la de la que pierde, destacando el 5.339 gr/200cm<sup>2</sup>/min que muestra el mayor valor.

*Tabla 36: Prueba a la Succión – Unidad adicionando 1.25% de fibra de enea*

<b>ENSAYO A LA SUCCIÓN EN UNIDADES</b>						
<b>Muestra</b>	Denominación de la unidad	Área de Succión	Peso Saturado	Peso Seco	Succión	Promedio
Nº		(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(kg)	(gr/200cm <sup>2</sup> /min)	
<b>01</b>	Muestra 01 - T98.75- FA1.25	449.06	5786.0	5799.0	5.790	
<b>02</b>	Muestra 02 - T98.75- FA1.25	448.61	5762.0	5776.0	6.241	
<b>03</b>	Muestra 03 - T98.75- FA1.25	450.04	6386.0	6400.0	6.222	6.056
<b>04</b>	Muestra 04 - T98.75- FA1.25	448.16	5722.0	5735.0	5.801	
<b>05</b>	Muestra 05 - T98.75- FA1.25	449.59	6288.0	6302.0	6.228	



Después de ensayar las unidades a succión por 1 minuto, se puede observar que los resultados de la muestra son muy variables. Todas las muestras indican que las unidades absorben agua de mayor manera que la de la que pierde, destacando el 6.228 gr/200cm<sup>2</sup>/min que muestra el mayor valor.

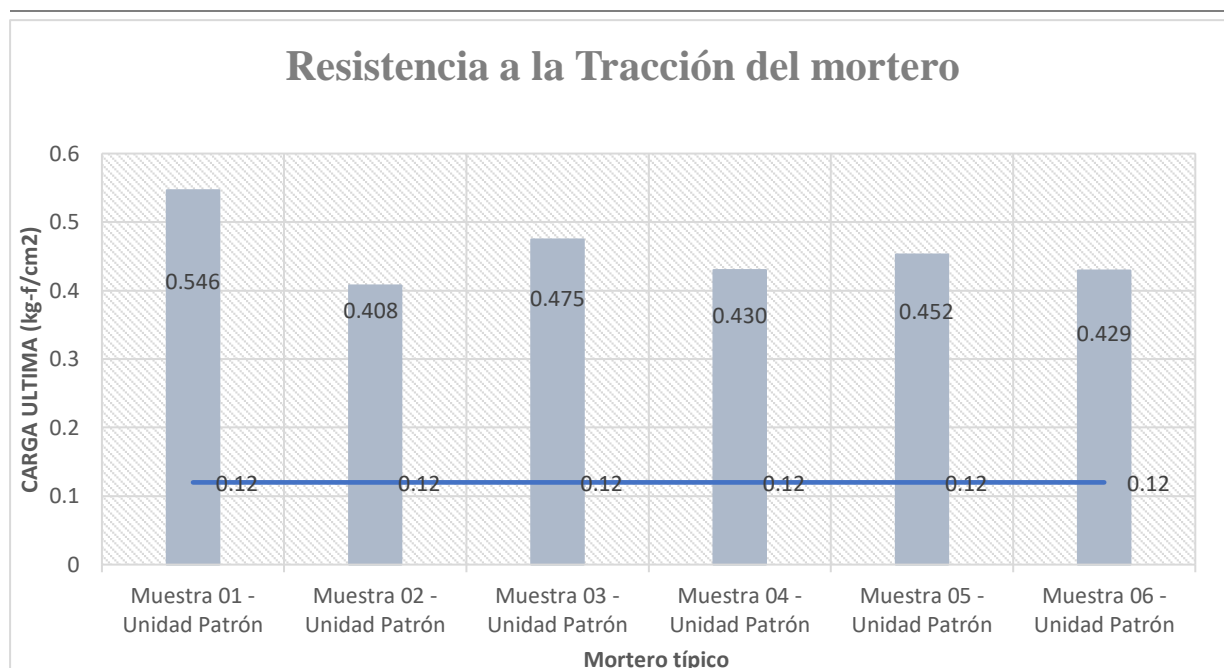
Finalmente, después de analizar los datos se puede observar que al aumentar el porcentaje de fibra también aumenta el porcentaje de succión.

### **Ensayo de Tracción en el mortero**

Para el ensayo de Tracción, se presentan datos obtenidos a través de la experimentación como se describe en la metodología procediendo a someter a una carga el mortero que une 2 unidades de tierra reforzada tradicional manteniendo el espesor de 15 mm, si cumple la resistencia mínima de la norma se considera este mortero para la elaboración de pilas y muretes si no cumple se procede a agregar materiales para mejorar su resistencia.

Tabla 37: Prueba a tracción del mortero

ENSAYO A LA TRACCIÓN DEL MORTERO						
Muestra	Denominación de la unidad	Ancho	Largo	Carga	Carga última (Kg-f/cm <sup>2</sup> )	Promedio de las 4 mejores
Nº		Promedio (Cm)	Promedio (Cm)			
01	Muestra 01 - Mezcla sin adición	8.010	15.993	140.00	0.546	0.476
02	Muestra 02 - Mezcla sin adición	8.073	15.980	105.20	0.408	
03	Muestra 03 - Mezcla sin adición	8.445	16.293	130.60	0.475	
04	Muestra 04 - Mezcla sin adición	8.223	16.110	113.90	0.430	
05	Muestra 05 - Mezcla sin adición	8.404	16.203	123.20	0.452	
06	Muestra 06 - Mezcla sin adición	8.078	16.005	111.00	0.429	



Conforme a los resultados podemos observar que todas las muestras cumplen con la resistencia última de 0.12 kg-f/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, de acuerdo a la norma E080 se considera los mejores 4 resultados con un valor promedio de 0.476 kg-f/cm<sup>2</sup> que se demuestra que este tipo de mortero si se puede utilizar para la elaboración de pilas y muretes.

### **Análisis del porcentaje óptimo para los siguientes ensayos**

Para el análisis del porcentaje óptimo se consideraron los resultados obtenidos en los ensayos anteriores verificando en que cuanto mejoran o se tiene una pérdida de resistencia en comparación con la unidad patrón.

*Tabla 38: Comparación ensayo a la compresión*

<b>Comparación de resultados: Ensayo a la Compresión</b>		
<b>ADOBE</b>	Resistencia (kg-f/cm <sup>2</sup> )	Variación
ADOBE PATRÓN	13.669	0.00%
ADOBE + 0.25% DE FIBRA DE ENEA	11.815	-13.57%
ADOBE + 0.50% DE FIBRA DE ENEA	12.274	-10.21%
ADOBE + 0.75% DE FIBRA DE ENEA	10.843	-20.68%
ADOBE + 1.25% DE FIBRA DE ENEA	11.165	-18.32%

Se puede observar que todos los porcentajes cumplen con la resistencia última propuesta por la norma E.08 destacando que la unidad patrón es la que presenta mejores resultados, luego le sigue la adición de 0.50% que es la que menos porcentaje reduce con un 10.21% de resistencia y luego le sigue la adición de 0.25% con una reducción de 13.57% destacando que hay una diferencia de 3.36% entre ellos.

*Tabla 39: Comparación ensayo a la tracción*

<b>Comparación de resultados: Ensayo a la Tracción</b>		
<b>ADOBE</b>	Resistencia (kg-f/cm <sup>2</sup> )	Variación
ADOBE PATRÓN	1.546	0.00%
ADOBE + 0.25% DE FIBRA DE ENEA	1.096	-29.11%
ADOBE + 0.50% DE FIBRA DE ENEA	0.982	-36.48%
ADOBE + 0.75% DE FIBRA DE ENEA	0.973	-37.02%
ADOBE + 1.25% DE FIBRA DE ENEA	0.865	-44.05%

Se puede observar que todos los porcentajes cumplen con la resistencia última que indica la norma E.080 destacando que el adobe patrón es el que tiene mejores resultados y la adición de los porcentajes en general produce una reducción en su resistencia. El porcentaje de 0.25% es el menos reduce con un 29.11%, siguiendo el porcentaje de 0.50% que tiene un valor de 36.11% resultando una diferencia entre ellos de 7.00% entre ellos.

*Tabla 40: Comparación ensayo a la flexión*

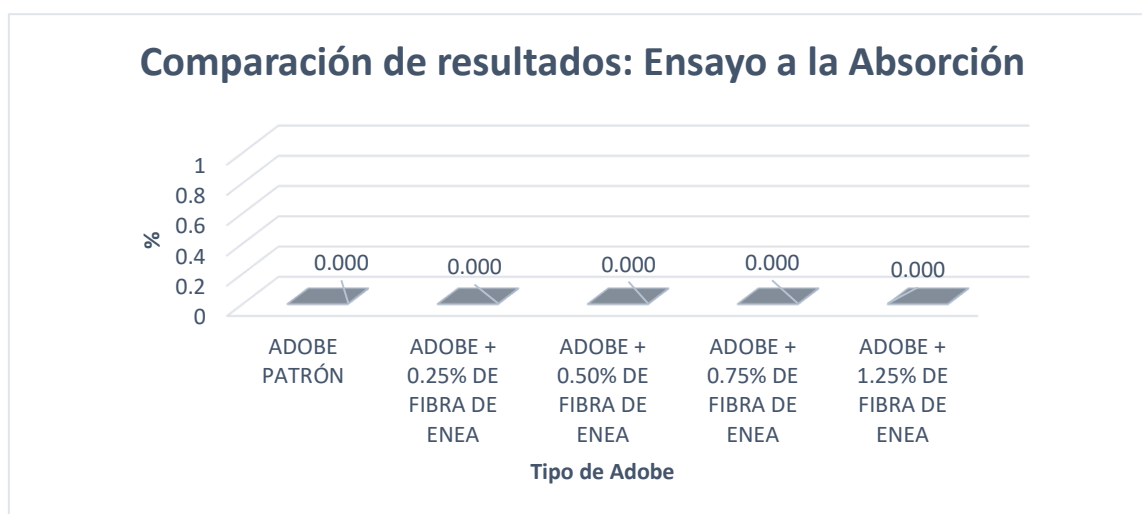
<b>Comparación de resultados: Ensayo a la Flexión</b>		
<b>ADOBE</b>	Resistencia (kg-f/cm <sup>2</sup> )	Variación
ADOBE PATRÓN	4.288	0.00%
ADOBE + 0.25% DE FIBRA DE ENEA	4.170	-2.75%
ADOBE + 0.50% DE FIBRA DE ENEA	5.215	21.61%
ADOBE + 0.75% DE FIBRA DE ENEA	4.330	0.98%
ADOBE + 1.25% DE FIBRA DE ENEA	3.725	-13.13%

Se tiene resultados en comparación de la unidad de patrón con respecto a los porcentajes estudiados, destacando que el mejor valor es el de la adicción de 0.50% que mejora la unidad

patrón en un 21.61%, luego se sigue la adición de 0.75% que mejora la unidad patrón en 0.98% con una diferencia de 20.63% entre ellos.

*Tabla 41: Comparación ensayo a la Absorción*

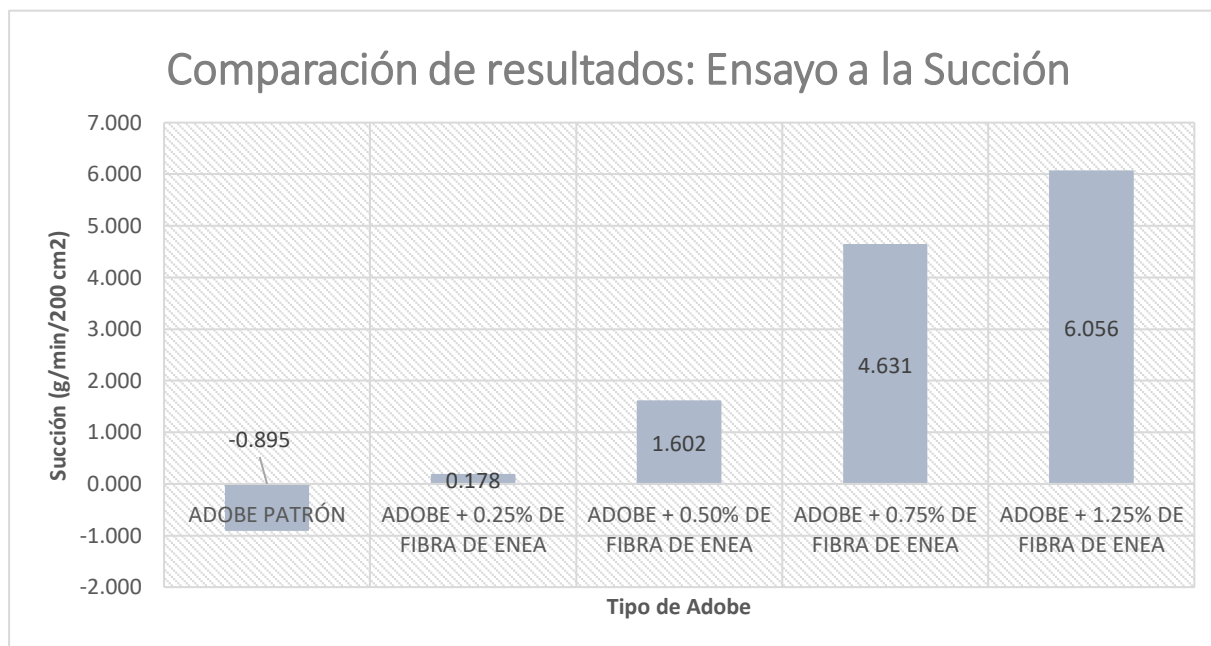
Comparación de resultados: Ensayo a la Absorción		
ADOBE	Absorción (%)	Variación
ADOBE PATRÓN	0.000	0.00
ADOBE + 0.25% DE FIBRA DE ENEA	0.000	0.00
ADOBE + 0.50% DE FIBRA DE ENEA	0.000	0.00
ADOBE + 0.75% DE FIBRA DE ENEA	0.000	0.00
ADOBE + 1.25% DE FIBRA DE ENEA	0.000	0.00



En este ensayo se obtuvieron resultados que ninguna medida puede ser tomada, porque al realizar el ensayo las unidades de tierra reforzada pierden su forma y dureza que hace que sea imposible medir esta capacidad.

*Tabla 42: Comparación ensayo a la Succión*

Comparación de resultados: Ensayo a la Succión		
ADOBE	Succión (g/200 cm <sup>2</sup> /min)	Variación
ADOBE PATRÓN	-0.895	0.00%
ADOBE + 0.25% DE FIBRA DE ENEA	0.178	119.91%
ADOBE + 0.50% DE FIBRA DE ENEA	1.602	278.95%
ADOBE + 0.75% DE FIBRA DE ENEA	4.631	617.15%
ADOBE + 1.25% DE FIBRA DE ENEA	6.056	776.35%



En este ensayo se puede observar, que el aumento de succión se encuentra directamente proporcional al aumento de fibra destacando la adición de 1.25% de fibra de enea que es el más succiona con valor de 6.056 g/min/200 cm<sup>2</sup>, siguiendo la adición de 0.75% con valor de 4.631 g/min/200 cm<sup>2</sup>.

Luego del estudio de los diferentes ensayos estructurales y de absorción se puede tener la conclusión que la adición de 0.50% es el que tiene mejor resultado frente a las demás adiciones en los ensayos de Flexión y compresión, mientras que en el ensayo de tracción es el segundo con mejores resultados. Para los ensayos que se utilizan agua como es la absorción que no se pudo tener resultados y para el ensayo de succión es el tercer con más succión. Para los tres primeros ensayos mencionados que son similares: en cuanto a la evaluación de las resistencias mecánicas; a los ensayos de compresión en pilas y tracción indirecta en muretes que son los ensayos que se realizarán con el resultado óptimo por ende se utilizará el porcentaje de 0.50% para la comparativa de los dos últimos ensayos.

### **Análisis económico**

La finalidad de la elaboración de unidades de tierra reforzada es la de construir viviendas que puedan cumplir con las expectativas físicas y mecánicas de un lugar confortable y seguro. Ya que cada material tiene un costo se puede decir también que las unidades de tierra reforzada patrón tiene su precio de acuerdo con los materiales que se utilizan como en la mano de obra de los trabajadores tanto para realizarlos como para el transporte y la construcción.

En la presente investigación se planteó la elaboración de las unidades de tierra reforzada con una fibra natural sostenible y sustentable de tal manera que pueda cumplir con resistencias mínimas para que se pueda considerar apropiado.

Resumiendo, se puede expresar que esta fibra natural tiene un costo menor debido a la cantidad de material que se encuentra en el mundo, sin embargo, se debe considerar el proceso de mecánico de cortado de la fibra, el transporte y el pago que se realiza por realizar esta actividad. Finalmente se plantea el uso de esta fibra en los diferentes porcentajes propuestos para el diseño de muros de una vivienda de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones se menciona que la medida promedio de las viviendas de adobe tienen medidas de 80 m<sup>2</sup> de los cuales cerca del triple de esta medida se considera la cantidad de los muros: cerca de 240 m<sup>2</sup> se considera el área de los muros.

### **Análisis de costos Unitarios**

Para el inicio de los cálculos se consideraron los valores que tiene cada unidad de adobe considerando sus materiales, mano de obra y equipos. Se llevarán a cabo el estudio de la unidad patrón como con las unidades adicionando los diferentes porcentajes de fibra de enea para luego trabajar en m<sup>2</sup>.

Se considera los Precios de CAPECO para la mano de obra y los materiales comunes.

Los diseños del ACU se encuentran detallados en el anexo de acuerdo con los porcentajes de fibra que se utilizan.

*Tabla 43: Costo por Unidad de Adobe*

<b>COSTO POR UNIDAD DE ADOBE</b>	
<b>ADOBE</b>	<b>C.U</b>
ADOBE PATRÓN	S/ 0.31
ADOBE + 0.25% DE FIBRA DE ENEA	S/ 0.31
ADOBE + 0.50% DE FIBRA DE ENEA	S/ 0.32
ADOBE + 0.75% DE FIBRA DE ENEA	S/ 0.33
ADOBE + 1.25% DE FIBRA DE ENEA	S/ 0.34

Para la elaboración de 1 m<sup>2</sup> de muro de adobe se realiza con la fórmula de los ladrillos de acuerdo con sus medidas y el espesor del mortero.

$$\text{Lado por m}^2 = \frac{1}{(0.30+0.020)(0.09+0.020)} + 5\% \text{ de desperdicio}$$

$$\text{Unidades por m}^2 = 24.04 * 1.05 \text{ (desperdicio)}$$

$$\text{Unidades por m}^2 = 25$$

Costo por m2 de acuerdo con el precio unitario (Considerando solo cantidad de adobes)

*Tabla 44: Costo por m2 de adobe*

<b>COSTO POR METRO CUADRADO</b>			
%	Unitario	Cantidad	Precio por m2
0	0.3094	25	S/ 7.74
0.25	0.3150	25	S/ 7.87
0.5	0.3206	25	S/ 8.01
0.75	0.3261	25	S/ 8.15
1.25	0.3373	25	S/ 8.43

Para la elaboración de un muro de 1 m<sup>2</sup> se consideraron la cantidad de unidades de tierra reforzada, pero también se consideró la mano de obra que pueda asentar y levantar los muros de manera correcta por eso.

*Tabla 45: Costo de elaboración de un muro de adobe*

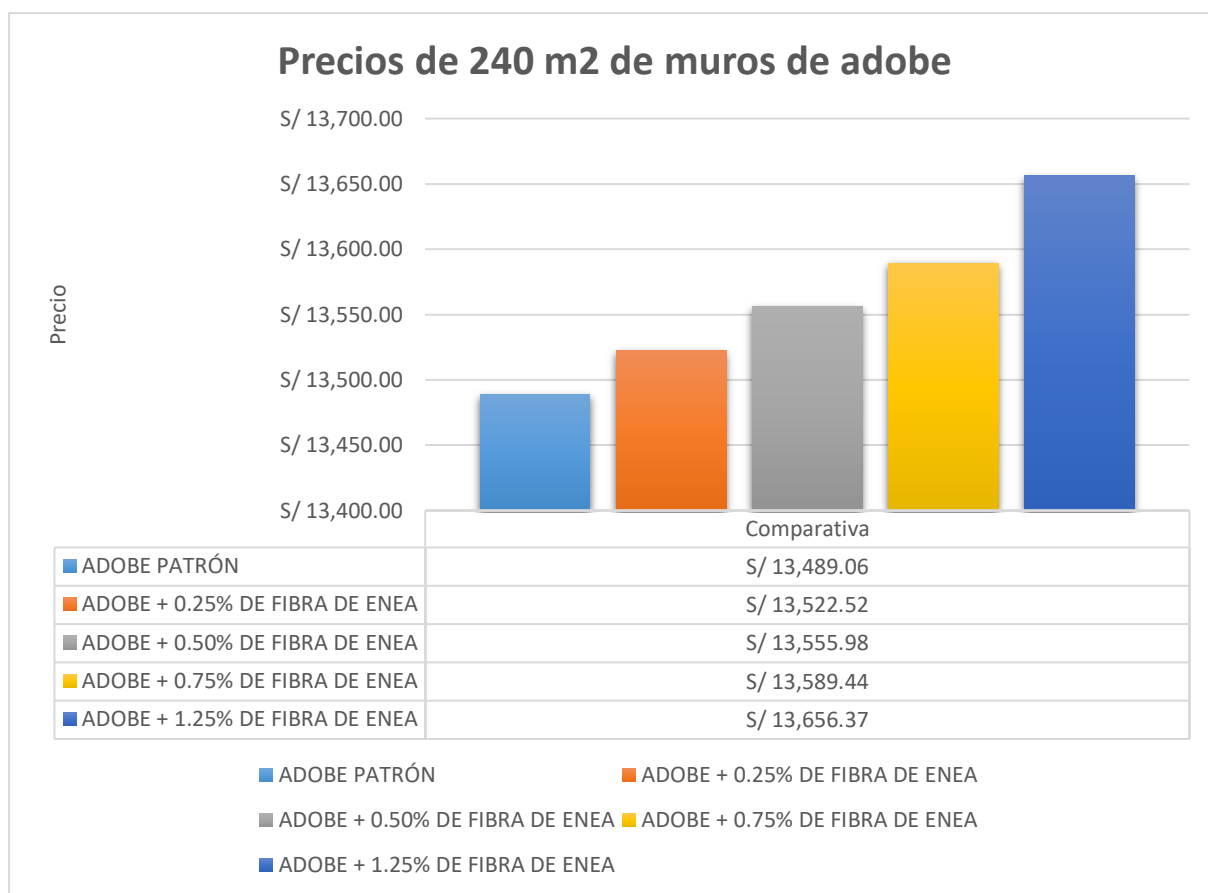
<b>COSTO POR ELABORACIÓN DE 1 M2 DE MURO DE ADOBE</b>	
<b>ADOBE</b>	<b>C.U</b>
ADOBE PATRÓN	S/ 69.71
ADOBE + 0.25% DE FIBRA DE ENEA	S/ 69.82
ADOBE + 0.50% DE FIBRA DE ENEA	S/ 69.92
ADOBE + 0.75% DE FIBRA DE ENEA	S/ 70.03
ADOBE + 1.25% DE FIBRA DE ENEA	S/ 70.24

## **Presupuesto Total**

Para el presupuesto total se considera el precio que costaría levantar los 240 m<sup>2</sup> de muros planteados considerando las unidades patrón y las diferentes dosificaciones de fibra de enea para poder tener un costo que resumiría todo el trabajo para comparar los precios entre sí y la influencia que puede tener.

*Tabla 46: Presupuesto Total*

<b>COSTO DE VIVIENDA DE ADOBE DE 240 M2 DE MUROS DE ADOBE</b>		
<b>MUROS DE ADOBE</b>	<b>C.U</b>	<b>Incremento</b>
ADOBE PATRÓN	S/ 13,489.06	0.00%
ADOBE + 0.25% DE FIBRA DE ENEA	S/ 13,522.52	0.25%
ADOBE + 0.50% DE FIBRA DE ENEA	S/ 13,555.52	0.50%
ADOBE + 0.75% DE FIBRA DE ENEA	S/ 13,589.44	0.74%
ADOBE + 1.25% DE FIBRA DE ENEA	S/ 13,656.37	1.24%



Se puede observar que una construcción de adobe patrón de medida de 240 m<sup>2</sup> se realiza con el precio de S/. 13,489.06 que en generar ayuda a que las personas puedan tener su vivienda, en comparación de la adición de los porcentajes va aumentando de forma proporcional aumentando el precio hasta aumentar el precio en S/. 13,656.37 que es la adición de 1.25% de fibra de enea, reconociendo que esta fibra natural no incrementa en demasía los costos.

### Estudio de peso de estructura

Para el desarrollo de esta vivienda de 240 m<sup>2</sup> se consideró una vivienda unifamiliar de 16 metros de largo, 15 metros de ancho y 2.30 metros de altura.

Por ende, se realizó una comparativa del peso del adobe patrón con respecto a la unidad patrón destacando que el promedio de las muestras es:

Peso de adobe patrón promedio: 5888.55 kg

Peso de adobe adicionando 0.5% de fibra de enea: 5850 kg

***Destacando que por cada adobe se disminuye 38.55 g.***

Entonces para la elaboración de la vivienda que se planteó anteriormente solo considerando el peso de los adobes se puede realizar lo siguiente:

Del cálculo anterior se obtuvo que para el adobe planteado de 30x15x9 cm se necesitan 25 adobes para realizar 1 m<sup>2</sup> de muro de adobe.

Se calculó los valores para la vivienda:

$$\text{Perímetro de pared} = 15 + 15 + 16 + 15 \text{ m} = 62 \text{ m}$$

$$\text{m}^2 = 62 * 2.3 \text{ m (altura)} = 142.6 \text{ m}^2$$

Entonces se compara el peso de un muro de adobe patrón con adobe incorporando adición de 0.5% de fibra de enea:

$$\text{Muro de adobe patrón} = 25 * 5888.55/1000 * 142.6 = 20992.66 \text{ kg}$$

$$\text{Muro de adobe} + 0.50\% \text{ de fibra de enea} = 25 * 5850/1000 * 142.6 = 20855.25 \text{ kg}$$

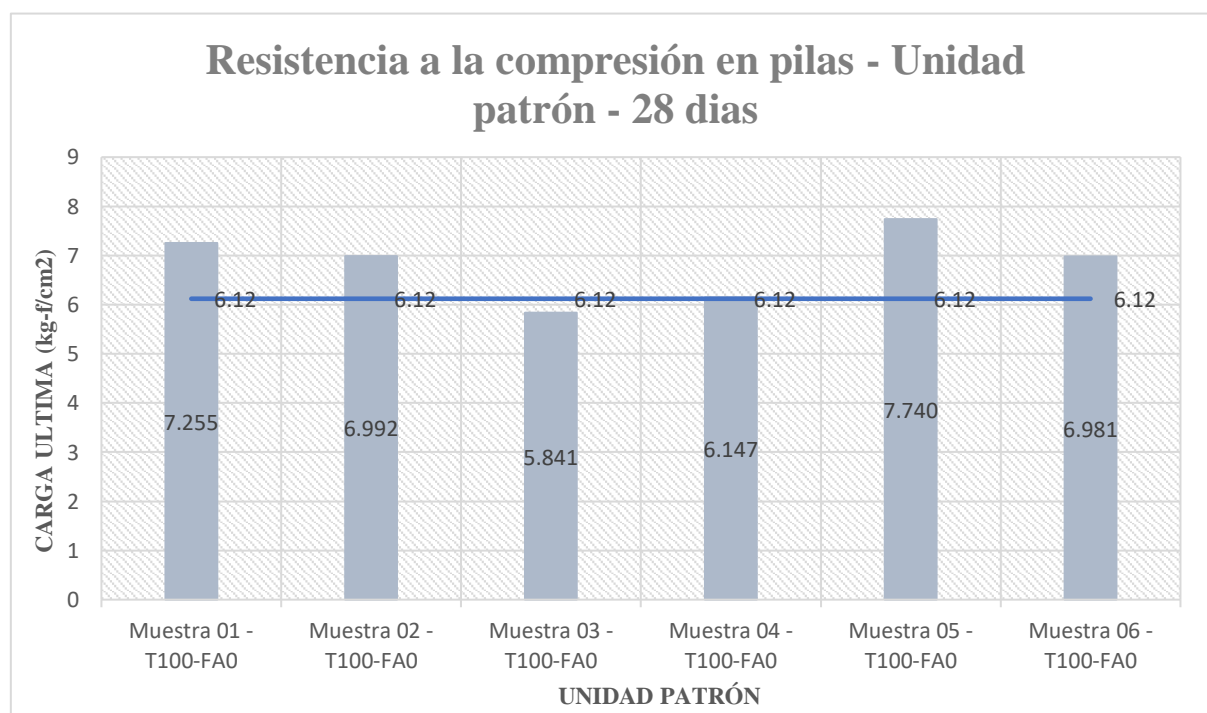
*Se pudo observar que para 142.6 m<sup>2</sup> de muro hay una variación de 137.41 kg.*

### Ensayo de Resistencia del murete a Compresión

Para el ensayo de compresión en pilas de acuerdo con la norma E.080 el cual especifica que la medida de la altura debe de ser aproximadamente 3 veces el ancho de la pila, además de que el ancho de la pila debe de ser menor que el largo del mismo, los cuales se dejaron secar 28 días para luego ser ensayados en el laboratorio con una carga en el centro.

De acuerdo con la norma E.080 se consideraron 6 muestras para las unidades patrón y 6 muestras en este caso para las unidades optimas, las cuales fueron ensayadas en el laboratorio, considerando los mejores 4 resultados de los 6 para encontrar el promedio.

*Tabla 47: Prueba a la compresión en pilas – Unidad patrón*

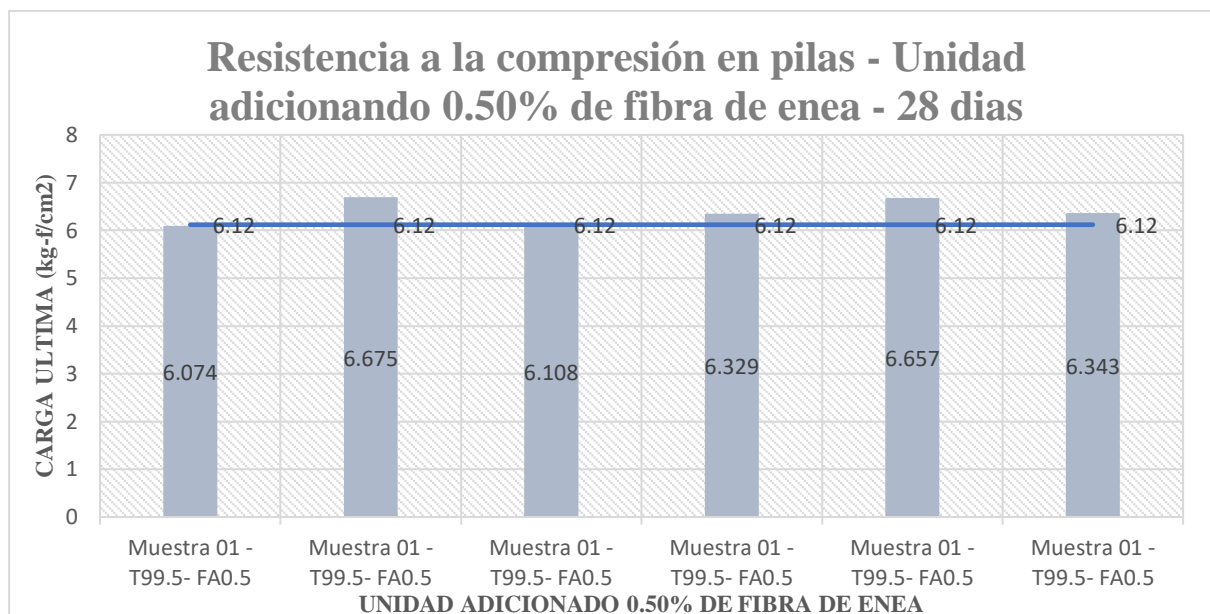


Muestra	Denominación de la unidad	Ancho Promedio	Largo Promedio	Carga	Resistencia última	Esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento	Promedio de las 4 mejores
N°		(Cm)	(Cm)	(Kg-f)	(Kg-f/cm <sup>2</sup> )	(Kg-f/cm <sup>2</sup> )	
01	Muestra 01 - T100-FA0	7.98	15.99	2314.3	7.255	9.069	7.242
02	Muestra 02 - T100-FA0	7.99	15.97	2230.3	6.992	8.739	
03	Muestra 03 - T100-FA0	8.00	15.99	1868.0	5.841	7.301	
04	Muestra 04 - T100-FA0	7.97	16.00	1959.8	6.147	7.684	
05	Muestra 05 - T100-FA0	7.97	15.97	2462.8	7.740	9.675	
06	Muestra 06 - T100-FA0	7.99	15.99	2229.6	6.981	8.726	

Como se puede observar en la tabla, el promedio de los cuatro mejores resultados supera a la resistencia última de 6.12 kg-f/cm<sup>2</sup> acuerdo a la norma E.080. Concluyendo que el promedio de la resistencia de las pilas cuando se utiliza los adobes patrón resulta un valor de 7.242 kg-f/cm<sup>2</sup>.

*Tabla 48: Prueba a la compresión en pilas – Unidades adicionando 0.50% de fibra de enea*

Muestra	Denominación de la unidad	Ancho Promedio	Largo Promedio	Carga	Resistencia última	Esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento	Promedio de las 4 mejores
N°		(Cm)	(Cm)	(Kg-f)	(Kg-f/cm <sup>2</sup> )	(Kg-f/cm <sup>2</sup> )	
01	Muestra 01 - T99.5- FA0.5	7.99	15.98	1938.9	6.074	7.593	6.501
02	Muestra 02 - T99.5- FA0.5	7.99	15.97	2129.2	6.675	8.343	
03	Muestra 03 - T99.5- FA0.5	7.97	15.99	1945.9	6.108	7.635	
04	Muestra 04 - T99.5- FA0.5	7.98	16.00	2020.2	6.329	7.911	
05	Muestra 05 - T99.5- FA0.5	7.98	15.98	2122.4	6.657	8.322	
06	Muestra 06 - T99.5- FA0.5	7.97	15.99	2020.8	6.343	7.928	



Como se puede observar en la tabla, el promedio de los cuatro mejores resultados supera a la resistencia última de 6.12 kg-f/cm<sup>2</sup> acuerdo a la norma E.080. Concluyendo que el promedio de la resistencia de las pilas cuando se utiliza los adobes patrón resulta un valor de 6.501 kg-f/cm<sup>2</sup>.

### Ensayo de Resistencia del murete a tracción indirecta

Para el ensayo de compresión diagonal en muretes de acuerdo con la norma E.080 el cual especifica que la medida de la altura y el largo del murete debe de tener una longitud aproximada de 65 cm, además de que dependiendo del ancho del muro se calcula la resistencia que tiene, los cuales se dejaron secar 28 días para luego ser ensayados en el laboratorio con una carga en el centro.

De acuerdo con la norma E.080 se consideran 6 muestras para las unidades patrón y 6 muestras en este caso para las unidades optimas, las cuales fueron ensayadas en el laboratorio, considerando los mejores 4 resultados de los 6 para encontrar el promedio.

*Tabla 49: Prueba a la compresión diagonal en muretes – Unidades patrón*

Muestra	Denominación de la unidad	Ancho Promedio	Largo Promedio	Carga	Resistencia última	Esfuerzo admisible de corte	Promedio de las 4 mejores
N°		(Cm)	(Cm)	(Kgf)	(Kg-f/cm <sup>2</sup> )	(Kg-f/cm <sup>2</sup> )	
01	Muestra 01 - T100-FA0	9.90	64.90	974.7	0.759	0.303	
02	Muestra 02 - T100-FA0	9.80	64.70	1203.2	0.949	0.380	
03	Muestra 03 - T100-FA0	10.00	64.70	1141.7	0.882	0.353	0.354
04	Muestra 04 - T100-FA0	9.60	64.80	855.9	0.688	0.275	
05	Muestra 05 - T100-FA0	9.70	64.90	1089.0	0.865	0.346	

06

Muestra 06 - T100-FA0

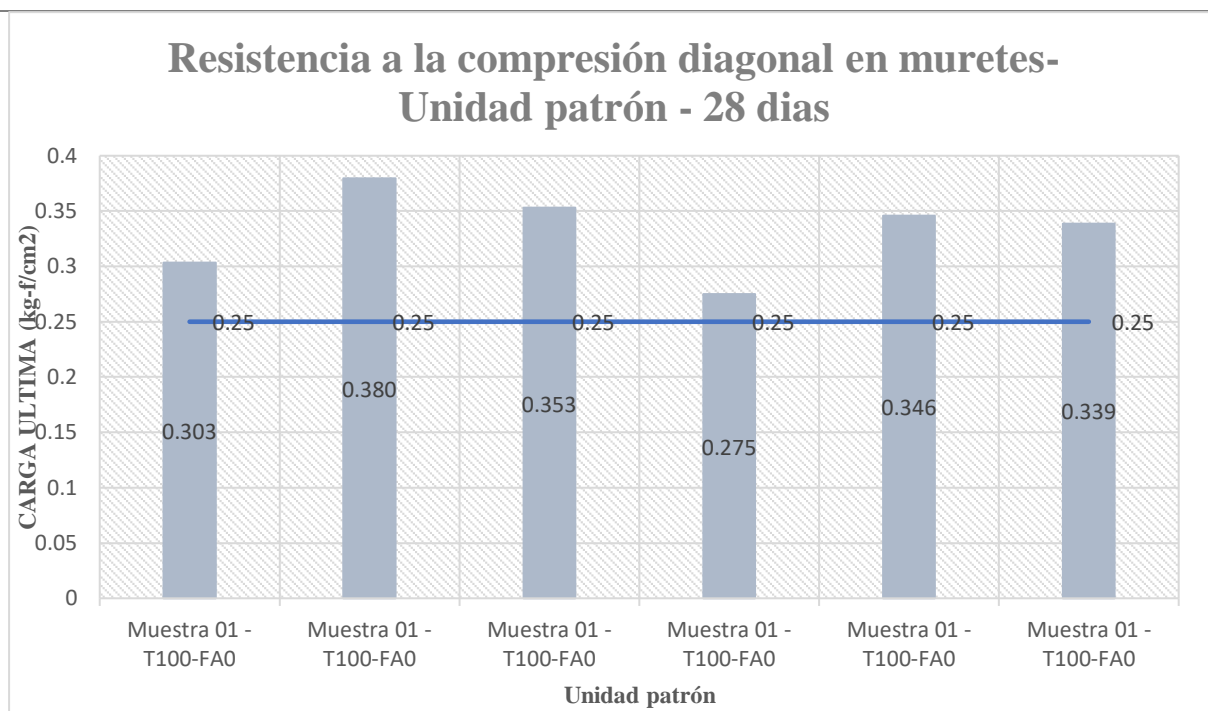
9.80

64.80

1075.8

0.847

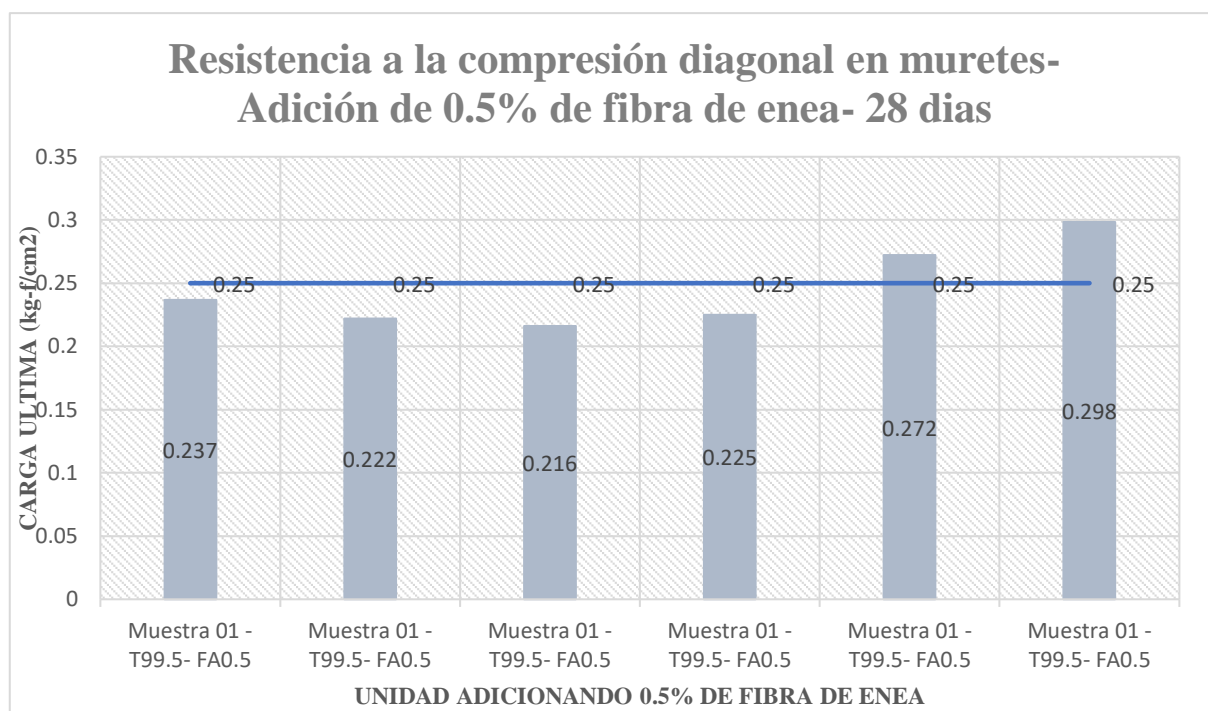
0.339



Como se puede ver en la tabla, el promedio de los cuatro mejores resultados supera a la resistencia última de 0.25 kg-f/cm<sup>2</sup> acuerdo a la norma E.080. Concluyendo que el promedio de la resistencia de compresión diagonal en muretes cuando se utiliza adobes patrón resulta un valor promedio de 0.354 kg-f/cm<sup>2</sup>.

*Tabla 50: Prueba a la compresión diagonal en muretes – Unidades adicionando 0.50% de fibra de enea*

Muestra	Denominación de la unidad	Ancho Promedio	Largo Promedio	Carga	Resistencia última	Esfuerzo admisible de corte	Promedio de las 4 mejores
Nº		(Cm)	(Cm)	(Kgf)	(Kg-f/cm <sup>2</sup> )	(Kg-f/cm <sup>2</sup> )	
01	Muestra 01 - T99.5- FA0.5	9.90	64.70	759.0	0.592	0.237	0.258
02	Muestra 01 - T99.5- FA0.5	9.80	64.90	706.1	0.555	0.222	
03	Muestra 01 - T99.5- FA0.5	9.90	64.80	692.9	0.540	0.216	
04	Muestra 01 - T99.5- FA0.5	10.00	64.70	728.2	0.563	0.225	
05	Muestra 01 - T99.5- FA0.5	9.70	64.80	855.9	0.681	0.272	
06	Muestra 01 - T99.5- FA0.5	9.80	64.90	948.3	0.746	0.298	



Como se puede ver en la tabla, las 4 primeras muestras están por debajo de la resistencia última de 0.25 kg-f/cm<sup>2</sup> definida por la norma E080. Sin embargo, el promedio de los cuatro mejores resultados supera a la resistencia última indicada. Concluyendo que el promedio de la resistencia de compresión diagonal en muretes cuando se utiliza adobes adicionado 0.5% de fibra de enea resulta un valor promedio de 0.258 kg-f/cm<sup>2</sup>.

### **Evaluación de Impacto Ambiental**

Impacto ambiental generado por la elaboración de unidades de tierra reforzada con la incorporación de Fibra de Enea

### **Resumen ejecutivo**

En la presente evaluación ambiental se reconoce la importancia que amerita el cuidado del medio ambiente cuando se realizar un proyecto de investigación de tipo experimental, ya que al plasmar una idea en la vida real debe ser respetable con el medio ambiente como todos los avances tecnológicos en el mundo que van enfocados a productos sostenibles y sustentables para satisfacer las necesidades actuales sin afectar a las generaciones venideras.

Para el desarrollo del presente trabajo lo primero que se realizó es conocer las características sociopolíticas y el estado actual en que se encuentra el lugar donde se realizaron las muestras, en este caso la zona de Túcume que fue escogida por los antecedentes leídos y por las grandes estructuras de tierra que demuestran que es un material muy resistente en el tiempo además de

encontrar una persona con muchas años de experiencia que ha trabajado con el ministerio de cultura para la elaboración de las muestras.

Además, se consideró la zona de influencia directa que es específicamente la parcela donde se realizaron los adobes ya que ahí mismo fue donde se toma la tierra, elabora la muestra y se extrae agua del pozo. Mientras que la zona de influencia indirecta son las trochas carrozables que comunican esta parcela, las parcelas aledañas a la zona de trabajo y la ciudad de Túcume que se ve influenciada.

Luego se estudió la línea base del proyecto para conocer más a fondo la realidad de la población de la zona y sus indicadores socio-ambientales describiendo lo que se puede observar además de la investigación de fuentes confiables que ayudan a mejorar la investigación y poder tener mejores resultados.

También fue necesario el reconocimiento de los pasivos ambientales que se generan en el desarrollo del proyecto, en la presente investigación no tuvo muchos pasivos ambientales ya que al utilizar un material sostenible como es el adobe sin ningún aditivo estabilizante que puede generar que pierda sus propiedades intrínsecas, además de utilizar un tipo de fibra natural que no se le está dando la importancia y utilidad que debe de tener un material que se presente en abundancia y muchas personas la consideran como hierba mala generando que la quemem junto con la basura.

Para la identificación y evaluación de impactos ambientales se realizó la matriz de identificación de impactos con una columna en base a los factores ambientales y una fila en los procesos que se realizaron en el desarrollo del proyecto para observar que impacto produce por actividad, resaltando la excavación de tierra y el corte de fibra.

Para el plan de participación ciudadana se considera la participación activa del señor que realiza los adobes junto a su hijo que son los encargados de las primeras actividades y el respeto por las personas aledañas al lugar de elaboración preguntando si les afecta en algún momento el desarrollo del proyecto.

Finalmente, para realiza un plan de manejo y compensación ambiental considera todos aquellos programas necesarios para poder gestionar antes, durante y después del proyecto respetando el medio ambiente además de realizar un buen proyecto. Por eso se considera dos principales actividades: La primera actividad es que luego de realizar los ensayos de laboratorio de las muestras se plantea la reutilización de esta tierra en pequeños parques y veredas para que puedan ser reutilizadas para que se planten nuevas plantas debido a sus buenas características en este sentido, mientras que la segunda actividad es la utilizar los restos de fibra de enea como alimento para algunos animales y esparcir las semillas de las plantas de enea en los drenes

encontrados para que vuelva a crecer esta planta en el lugar donde fue extraída realizando un proyecto sostenible.

### **Objetivo general del EIA**

El objetivo de la realización del impacto ambiental del proyecto es la de evaluar de qué manera la elaboración de unidades de tierra reforzada realizados en Túcume con la adición de fibra de enea obtenida del dren de San José afecta al ambiente, buscando soluciones sostenibles y planificando bien el desarrollo del proyecto desde su inicio.

### **Marco Legal**

En la actualidad el conjunto de normas y dispositivos legales, tanto nacionales y criterios o pautas a nivel internacional, que son aplicables a los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), son los mismos que dan un marco de referencia para tomar en cuenta durante el proceso de reconstrucción de obras.

### **Constitución Política del Perú**

En la Constitución Política de 1993 exactamente en el Artículo 66° no indica los dos tipos de recursos que pueden naturales renovables y no renovables considerándose como patrimonio de la Nación. Además, explica que aquellos bienes del Estado pueden servir de explotación para el desarrollo y avance del mismo. Los Artículos 67° al 69°, indica las gestiones que tiene el Estado para generar un desarrollo sustentable con el medio ambiente aplicando leyes para una política justa.

### **Reglamento Nacional de Edificaciones**

Con la Ley N° 27779 dicta legislaciones y normas que se deben de cumplir para que un ambiente pueda ser utilizado como vivienda de la población que forma parte de la Nación, además de una constante supervisión. En el Artículo 5 de la presenta ley presenta especificaciones para el cuidado de los que viven en estos ambientes para cuidar su calidad de vida y su relación con el medio ambiente, generando un ambiente armónico. Finalmente, se realiza una gestión de cuidado del medio ambiente para evitar la pérdida de su valor ambiental, así como con el cuidado de los recursos que generan que deben de ser sostenibles.

### **Ley General del Ambiente**

Está normada por la Ley N° 28611 que tiene como misión normatizar la gestión ambiental considerando todos los aspectos ambientales en el Perú debido a su diversidad y amplitud. Además, protege el cuidado del medio ambiente como derecho de la población a habitar en un ecosistema que se encuentre bien para no dañar la calidad de vida de la población y se realice un buen desarrollo de sus actividades. Finalmente, la ley busca un desarrollo sostenible para satisfacer la necesidad de la población actual sin ver afectado los recursos de las generaciones venideras.

### **Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental**

Está normada por la Ley N° 27446 que tiene como objetivo: La creación del Sistema Nacional de Evaluación Ambiental (SEIA) que se define como un organismo del estado para realizar una gestión total del medio ambiente con respecto a una obra, ya que se realiza antes, durante y después de realizado el proyecto verificando los impactos negativos que se generan, así como plantear soluciones. En su Artículo número 10 plantea el contenido mínimo que debe de tener un EIA: Plantear y definir la zona de influencia del proyecto, identificar los impactos ambientales negativos que se producen en el desarrollo del proyecto, plantear una gestión para solucionar los impactos negativos, además de plantear actividades de control luego de realiza la obra y finalmente un resumen ejecutivo del proyecto que pueda ser entendido con facilidad por la población.

### **Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental**

Está normado por el DS N° 019-2009-MINAM tiene como máxima prioridad el análisis de los impactos ambientales generados desde su planificación realizando una estructura de estudio, durante el proyecto también se verifica el desarrollo de las actividades, así como los impactos ambientales generados y finalmente un plan para controlar y corregir los impactos ambientales producidos durante el desarrollo del proyecto para generación una compensación ambiental amigable con el ambiente.

### **Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental**

Está normado por la Ley N° 29325 que tiene como finalidad la creación del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental a cargo de la OEFA, como objetivo tiene la supervisión de que se cumpla el cuidado del medio ambiente por parte de una persona natural

o un representante legal, así como también tiene la potestad de sancionar aquellos que no cumplan con las medidas de cuidado del medio ambiente.

### **Código Penal**

Específicamente en el Título XIII sobre Delitos Contra la Ecología en el Artículo 304, nos indica los castigos que sufren las personas al cometer actos en contra del medio ambiente (Echar basura al medio ambiente, contaminar el aire con quema de basura, echar basura a los ríos, etc.) afectando a los animales y plantas de la zona que forman parte del ecosistema y el valor del paisaje. Concluyendo que las penalidades para estos actos se encuentran entre 1 a 3 años de cárcel para los que cometen estas acciones.

### **Decreto de Urgencia para el Fortalecimiento de la Identificación y Gestión de Pasivos Ambientales**

Está normado por el artículo 135 de la Constitución Política del Perú, el cual plantea normas y gestiones para recuperar aquellos ambientes que son afectados de manera grave a sus recursos naturales y su valor paisajístico, esto debido a la generación de pasivos ambientales que son aquellas sustancias que más generan daño al medio ambiente ya que se debe de realizar un plan de compensación para poder recuperar aquellas actividades que se realizaban con el ambiente antes del proyecto.

### **Ley Orgánica de Gobiernos Regionales**

Está normado por la Ley N° 27867 específicamente en su artículo 6, indica que los gobiernos regionales forman parte del desarrollo ambiental cuidando y protegiendo los ecosistemas de la nación para proteger la gran cantidad de recursos ambientales que hay en nuestro país. Finalmente, también indica que se debe de buscar una estabilidad de recursos obtenidos y recursos cuidados en el ambiente.

### **Ley Orgánica de Municipalidades**

Está formada por la Ley N°27972 que plantea las funciones que debe de tener las municipalidades con respecto al cuidado del medio ambiente, ya que es un trabajo en conjunto de toda la nación: Gestionar el cuidado del medio ambiente y plantear licencias para el desarrollo de proyectos amigables con el medio ambiente.

### **Resolución Ministerial N°499-2018 MINEDU**

Normada por el DS N° 091-2017-PCM, este decreto nos indica la gestión que se realiza para la recuperación de recursos ambientales para su cuidado y control después de la pérdida de sus valores ambientales, además de plantear actividades para mantener los buenos valores luego de su rehabilitación.

### **Ley General de la Salud**

Normada por la Ley N° 26842, la cual nos indica que el cuidado ambiental es trabajo de todos no solo de las autoridades sino también de las personas que habitan un ecosistema ya que además al protegerlos al proteger el ambiente también cuidan su calidad de vida. También indica que al momento de realizar el depósito de sustancias de desecho se debe de tener un plan de cuidado para no afectar al medio ambiente, y tener las medidas de seguridad correspondiente.

### **Ley de Seguridad y Salud en el trabajo**

Cuya finalidad es la de proteger la salud de las personas al momento de realizar cualquier tipo de actividad, ya que al momento de realizar el desarrollo de un proyecto se generan muchos riesgos, pero con una buena gestión estos se pueden reducir de tal manera que los trabajadores puedan realizar sus actividades con las protecciones correspondiente. Cabe recalcar que la seguridad de las personas se basa en los peligros físicos y también en los problemas de salud ocupacional.

### **Reglamento de Estándares de Calidad del Aire**

Está normado por el DS N° 074-2001-PCM, el cual nos indica los cuidados que deben de tener al momento de realizar actividades con materiales que contaminan al aire para proteger la salud de las personas, como se presenta en la siguiente tabla también nos indica los periodos que se alcanzan, así como el método para analizarlo. Al reconocer que hay estas sustancias en el medio ambiente se debe de utilizar aquellos equipos de protección personal para reducir el daño a la población.

*Tabla 51: Estándares de Calidad Ambiental para Aire [44]*

Contaminantes	Periodo	Forma del Estándar		Método de Análisis
		Valor	Formato	
Dióxido de azufre	24 horas	80 g/m <sup>3</sup>	Media aritmética	Fluorescencia UV (método automático)
	24 horas	20 g/m <sup>3</sup>	Media aritmética	
PM2.5	24 horas	50 g/m <sup>3</sup>	Media aritmética	Separación inercial/ filtración (gravimetría)
	24 horas	25 g/m <sup>3</sup>	Media aritmética	
Hidrocarburos Totales (HT) expresado como Hexano	24 horas	100 g/m <sup>3</sup>	Media aritmética	Ionización de la llama de hidrógeno)
Benceno	Anual	4 g/m <sup>3</sup>	Media aritmética	Cromatografía de gases
		2 g/m <sup>3</sup>	Media aritmética	
Hidrógeno Sulfurado	24 horas	150 g/m <sup>3</sup>	Media aritmética	Fluorescencia UV (método automático)

### Límites Permisibles para Ruidos

Está normada por el DS N° 085 2003 PCM, que nos indica los cuidados que debe de tener las personas al momento de recibir grandes cantidades de ruido debido a que se ve afectada su salud ocupacional a futuro. Como se puede apreciar en la siguiente tabla plantea los niveles de ruido que se realizan debido a la zona de aplicación, así como en las horas que se realiza. Del mismo modo si los niveles se encuentran muy altos se debe de plantear equipos de protección para reducir riesgos.

*Tabla 52: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Ruido [45]*

ZONAS DE APLICACIÓN	Niveles de ruido (LAeqT)	
	Horario Diurno 07:01 - 22:00	Horario Nocturno 22:00 - 07:00
<b>Zona de protección especial</b>	50	40
<b>Zona Residencial</b>	60	50
<b>Zona Comercial</b>	70	60
<b>Zona Industrial</b>	80	70

### **Ley General de Residuos Sólidos**

Está normado por la Ley N° 27314 que indica cual es el manejo de los residuos sólidos para el cuidado del medio ambiente protegiendo sus recursos intrínsecos a través de legislaciones políticas específicamente en su artículo 4. Finalmente nos indica que debido al tipo de recurso sólido se le da un tipo de cuidado especial para evitar que las sustancias más nocivas como los lixiviados entren en contacto con el medio ambiente

### **Ley que Establece la Obligación de Elaborar y Presentar Planes de Contingencia**

Está normado por la Ley N° 28551, el cual es un plan de contingencia que se puede realizar cuando no se realiza las actividades de acuerdo a lo establecido, este plan debe de ser bien gestionado antes de la realización del proyecto para evitar la improvisación en caso de que surjan estos problemas. Además, estos planes deben de ser la normativa del cuidado ambiental protegiendo los recursos del ecosistema.

## Descripción y análisis del proyecto

El proyecto tiene como inicio la recolección de la fibra de enea para el análisis físico/químico de sus propiedades, esta fibra de enea fue obtenida de las plantas de enea que crecen en el dren de la carretera Chiclayo a San José buscando las fibras más secas ya que esas son las necesarias para el proyecto.



Fuente: Elaboración propia

Estas fibras son utilizadas muchas veces para la elaboración de sillas, camas y gorras como un material orgánico de fácil obtención y de mucha abundancia en el Perú, es preciso recalcar que en la zona en donde se obtiene los pobladores consideran esta planta como una hierba mala que deben quemar y lo utilizan como combustible para incendiar su basura

Para la elaboración de las unidades de tierra reforzada o mayor conocido como adobe se buscó las zonas de Perú que tengan antecedentes históricos de construcciones de barro como son las pirámides de Túcume que se siguen manteniendo hasta el día de hoy, por eso se buscó la zona de Túcume como la zona de elaboración encontrando a un señor que tiene 60 años de experiencia en su elaboración y con su experiencia se busca desarrollar el proyecto de manera exitosa. La zona donde se elabora el proyecto es la parcela del mismo señor que también estaba realizando adobes para vender, el agua que utiliza es obtenido de un pozo que ellos mismos

cavaron por eso se hizo necesario el estudio químico del agua para saber sus propiedades y si tienen alguna influencia en los resultados a obtener, se utiliza al mismo tiempo cascara de arroz como una pajilla típica para la elaboración de adobes que fue obtenida por la compra en un molino.



Fuente: Elaboración propia

Parte del proyecto consiste también en la elaboración de muretes y pilas cuyo mortero que se utilizó fue la misma tierra incluyendo pajilla de arroz que fue verificado en el laboratorio para saber si cumple con las especificaciones.

Túcume zona milenaria donde se realizaron granes de construcciones de barro como lo son la pirámide de Túcume y objetos realizados de barro, Situada a 33 km al norte de la ciudad de Chiclayo con 220 hectáreas de flora y fauna silvestre con más de 26 pirámides de barro cuya estructura más grande tiene medidas de 450 metros de largo, 100 metros de ancho y 40 metros de altura. fue la zona escogida en base a sus antecedentes históricos, del mismo modelo la persona encargada de realizar los adobes fue importante en la elaboración de adobes para el museo ubicado en el mismo lugar cuya elaboración se realizó por el señor dueño de la parcela junto a su hijo.

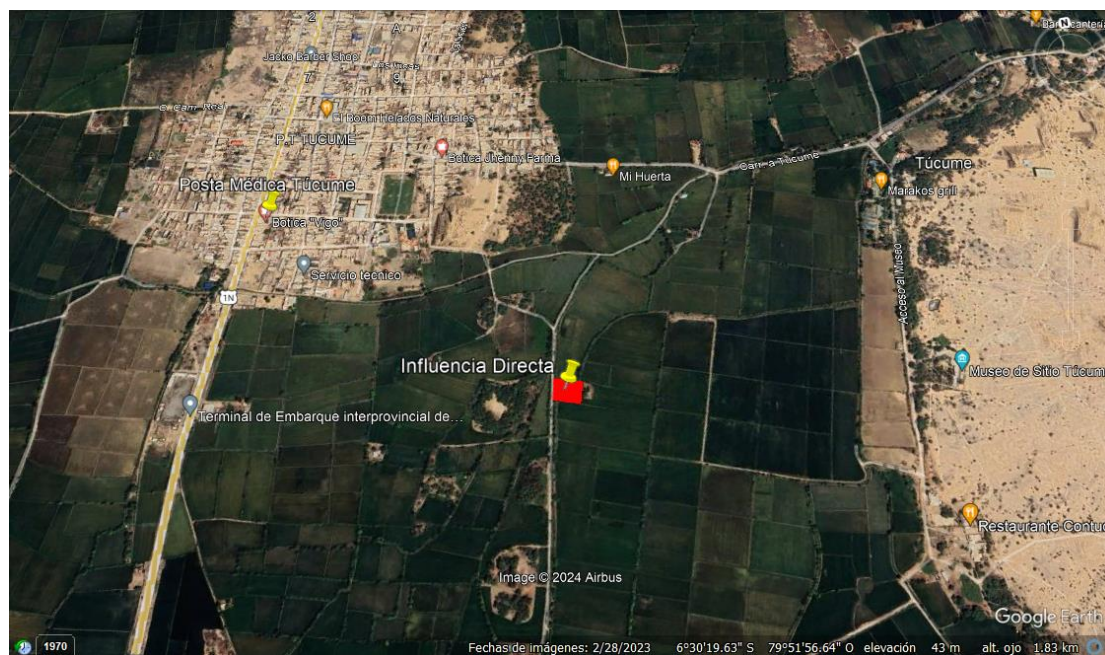


Fuente: Municipalidad Distrital de Túcume

## Área de influencia del proyecto

### Área de influencia directa

El área de influencia directa fue específicamente la parcela del señor que realiza la elaboración de adobe, que se encuentra cerca de las pirámides de Túcume pero que no tiene injerencia con patrimonios históricos que se tenga que respetar. Esta zona es la de influencia directa por que en el mismo lugar se obtendrá la tierra para elaborar las muestras de adobes, así como también es el lugar donde se realizaron los mismos junto a su mortero para realizar las pilas y muretes.

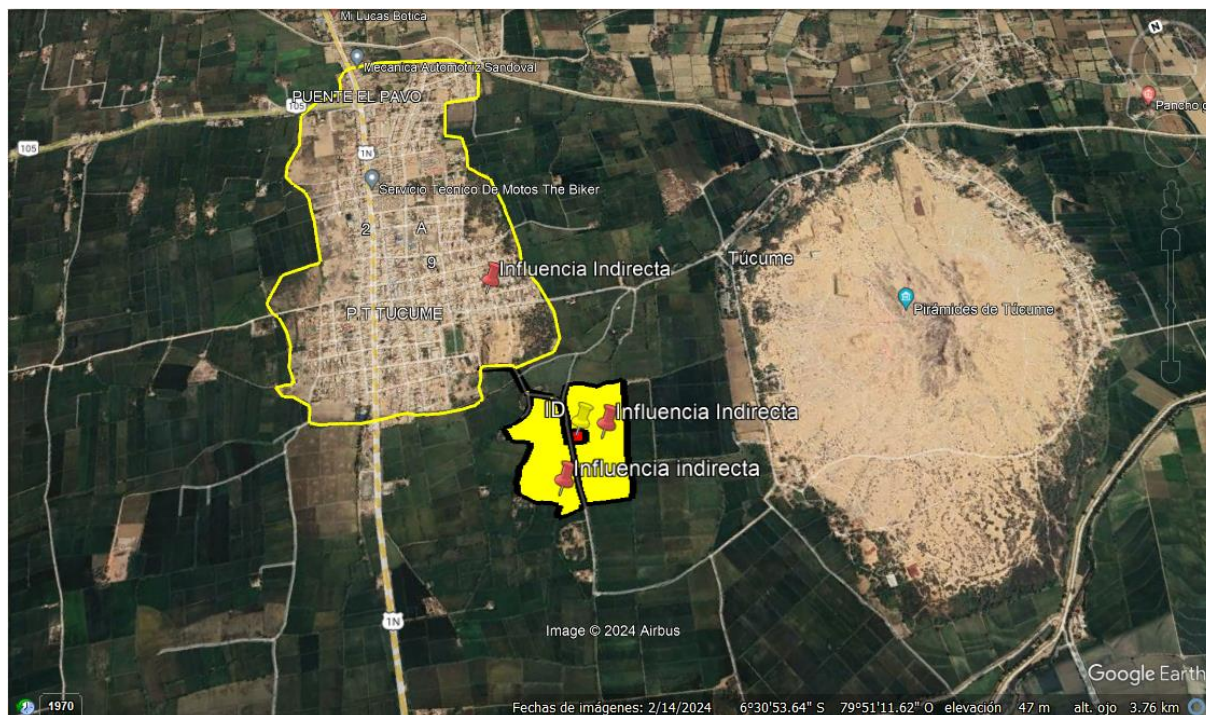


Fuente: Elaboración propia (Google EARTH)

El pozo donde se extrajo el agua para la mezcla de barro también fue obtenido del mismo lugar, así como el tendal se realizó en la misma zona.

### Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta son las zonas que son afectadas luego de finalizar el proyecto, así como las que no influyen directamente sino las que son afectados por acciones sociales, económicas y culturales. En caso de este proyecto el área de influencia indirecta son las zonas aledañas a la parcela del constructor, así como la trocha carrozable de su parcela hacia la ciudad y finalmente la ciudad de Túcume que es la que tiene repercusión con cualquier actividad que se realice en su zona



Fuente: Elaboración propia (Google EARTH)

### **Línea Base Ambiental**

Consiste en describir las áreas que tienen influencia en la elaboración del proyecto, en todos los ámbitos para tener claro cuál es la problemática actual para plantear mecanismos de mitigación de impacto ambiental tanto antes de realizar el proyecto como para realizar después de que se hayan realizado las acciones.

### **Línea de base física**

#### **Superficie:**

Túcume tiene una superficie de 67 km<sup>2</sup> que forma parte del 2.7% del territorio de la provincia de Lambayeque ubicada a 33 kilómetros al norte de la ciudad de Chiclayo con una altitud media de 43 m.s.n.m ubicada por el norte Íllimo y por el Sur Mochumí. En coordenadas UTM 627610 E, 97279656 N. y coordenadas geográficas 6° 30'56.09'' Latitud Sur y 79° 50' 45.13'' Longitud Oeste.

#### **Vías de acceso:**

La accesibilidad terrestre es a través de la carretera Panamericana Norte cuya conexión se da con los diferentes distritos de Lambayeque, con una serie de trochas carrozables y de herradura que conecta con los caseríos.

**Topografía:**

Para un radio de 3 kilómetros de Túcume las zonas están cubiertas por:

Tierra de cultivo (32%)

Árboles (30%)

Praderas (20%)

Arbustos (11%)

**Ubicación:**

El proyecto se encuentra ubicado políticamente:

Distrito: Túcume

Provincia: Lambayeque

Departamento: Lambayeque



Fuente: Arqueologiadelperu.com [46]

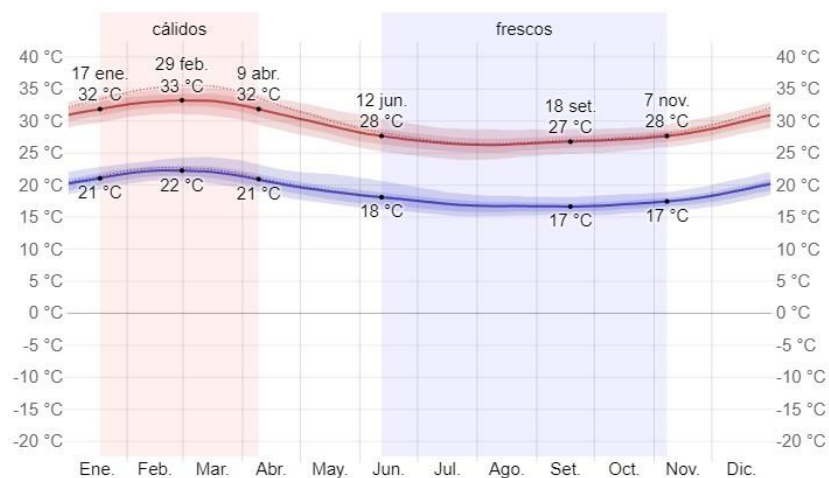
**Climatología y temperatura:**

Túcume tiene un clima árido, durante el día es caluroso y en la noche es fría, cuya temperatura media es la de 23 °C ya que está ubicado en la franja costera de la región Lambayeque con clima desértico subtropical árido que está influenciado por los Andes y las corrientes El Niño y Humboldt.

En la temperatura calurosa que dura cerca de 2.7 meses la temperatura máxima en promedio es de 33 °C y mínima de 22°C.

La temperatura fresca que dura cerca de 4.9 meses la temperatura mínima promedio es de 17 °C y máxima es de 26 °C.

Número de horas de sol: 3550 horas promedio



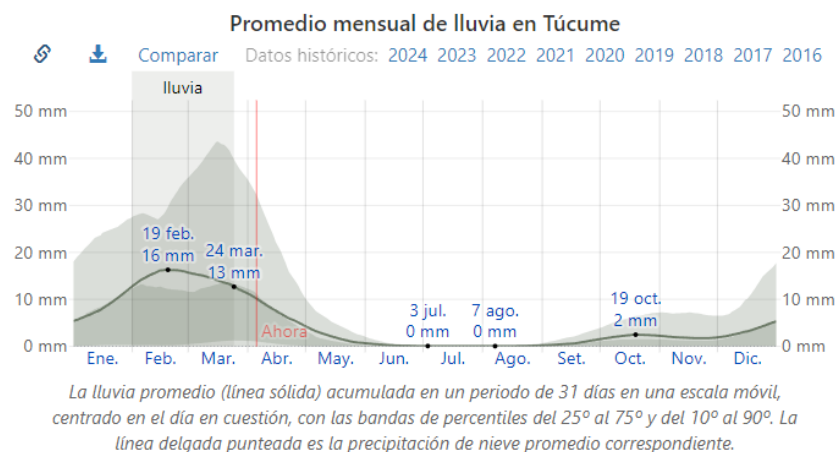
Fuente: Weather Spark [47]

### Precipitaciones:

Precipitación media anual es de 16 mm, en condiciones extraordinarias como el fenómeno el niño llega a alcanzar 1549.5 mm como promedio causando problemas de inundaciones.

La frecuencia de días mojados se considera con aquellos con más de 1 milímetro de precipitación líquida cuya frecuencia varía de 0% a 10% con promedio de 3%.

Resaltando el mes con más días con solo lluvia es el de Febrero con 2.5 días.

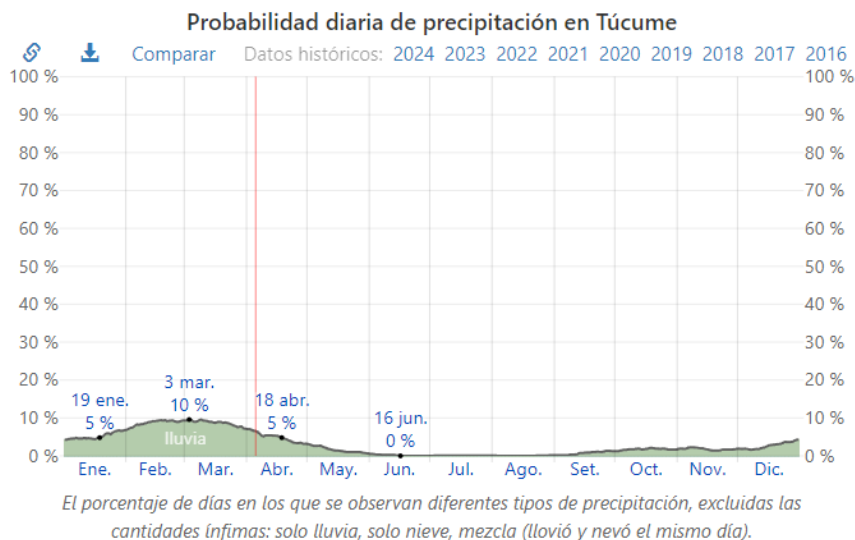


La lluvia promedio (línea sólida) acumulada en un periodo de 31 días en una escala móvil, centrado en el día en cuestión, con las bandas de percentiles del 25° al 75° y del 10° al 90°. La línea delgada punteada es la precipitación de nieve promedio correspondiente.

Fuente: Weather Spark [47]

## Lluvias:

La temporada de lluvia dura 1.8 meses de por lo menos 13 milímetros, resaltando el mes de febrero con promedio de 16 milímetros de lluvia. La temporada sin lluvia dura 10 meses llegando a 0 milímetros, resaltando el mes de agosto con promedio de 0 milímetros de lluvia.



Fuente: Weather Spark [47]

Túcume está ubicada geomorfológicamente en la planicie costera y piedemontes, constituyendo paisajes del cuaternario.

El sistema de origen fluvio-aluvial está referido a las formas de relieve por la acción de los ríos y por flujos torrenciales; Sistema de origen eólico comprende unidades formadas por los procesos de erosión eólica; Los sistemas poligénicos comprende unidades de origen mixtas que es muy difícil especificar cual es predominante el agente y los principales sistemas poligénicos son: marino-lacustre, marino-aluvial-eólico, eólico-denudacional, antrópico.

## Hidrología

Está formado por la cuenca del río Motupe – La Leche que pertenece a la red hidrográfica del pacífico con un promedio de altura de 2.0 a 2.5 mts, siendo estas zonas de fácil desbordamiento en épocas de grandes avenidas. Cuenta con un área de drenaje de 1,772 km<sup>2</sup> con una pendiente promedio de 0.16%

## Línea de base biológica

### Formación ecológica

La zona de Túcume está formada por un ecosistema de bosque seco ecuatorial que constituye en gran medida a la formación de flora y fauna relacionada a su temperatura y clima, en las formaciones ecológicas están formadas por los bosques de Túcume que se tiene cuidado y protección a las especies para evitar la tala y la cacería de animales, también destaca la

formación de pirámides de Túcume que si bien es una formación construida por la población considera un lugar importante de ecología.

### **Fauna**

Debido a su temperatura y clima destacan la fauna de las aves como el búho, el halcón peregrino y el colibrí, también destacan animales terrestres como son el zorro costero y el armadillo considerando los animales históricos de Perú como lo son los osos de anteojos y la pava aliblanca.

Debido a que también se desarrolla la ganadería destacan animales como vacas, cabras, caballos y burros.

### **Flora**

En la flora destacan principales formaciones vegetales que puedan soportar esta temperatura y esta humedad como son:

Algarrobo, ceibo, hualtaco, sauce, caña brava y carrizo.

Debido a que esta zona también se produce la agricultura destacan los árboles frutales como la guaba, platanales, ciruelas y cereales como el arroz.

### **Arenas naturales Protegidas**

Debido a la importancia de la zona tanto como para la flora y fauna es necesario la política de cuidado y protección, ya que no se permite la caza intensiva, así como la tala ilegal que hace que degrade su importancia ambiental.

Las pirámides de Túcume tienen un cuidado especial que tiene delimitado las zonas cercanas a las huacas, así como en la noche se le da mayor protección debido a personas que saquean los restos arqueológicos.



Fuente: Recuperada de Internet

## Línea de base socioeconomica

### Población:

Se tuvo un análisis de población por el Instituto Nacional de Estadística e Informática en el año 2015 se tuvo resultados para la población total de 20,042 personas entre ellas fueron 9,794 hombres y 10,248 mujeres.

Sexo	Población total	%
Hombres	9,794	48.9
Mujeres	10,248	51.1
<b>Total de población</b>	<b>20,042</b>	<b>100.00</b>

Fuente: INEI [48]

### Vivienda:

Se realizó un estudio de las viviendas de las zonas destacando 4,388 viviendas con 60.9% definido por 2,673 viviendas que predomina el adobe y otro porcentaje de 34.4% de materiales de ladrillo y cemento.

Tipo de material predominante de paredes	Viviendas	%
Ladrillo o bloque de cemento	1511	34.4
Piedra o sillar con cal o cemento	5	0.1
Adobe o tapia	2673	60.9
Quincha (caña con barro)	169	3.9
Piedra con barro	1	0
Madera	13	0.3
Estera	12	0.3
Otro material	4	0.1
<b>Total de viviendas</b>	<b>4388</b>	<b>100</b>

Fuente: INEI [48]

### Educación:

Cuenta con 80 instituciones educativas cuyo servicio es de sector privado representado por 28 instituciones y 52 instituciones del sector público.

Etapa, modalidad y nivel	Total	Gestión	
		Pública	Privada
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>52</b>	<b>28</b>
Básica Alternativa - Avanzado	2	0	2
Inicial no Escolarizado	17	17	0
Inicial Jardín	21	13	8
Primaria	26	16	10
Secundaria	12	5	7
Superior Tecnológica	1	0	1
Técnico Productiva	1	1	0

Fuente: INEI [48]

**Salud:**

Para la salud de la población se puede apreciar que cerca del 47.5% de la población cuenta con SIS, mientras que un 43.9% no tiene seguro para cuidar su salud y solo el 6.8% está asegurada con ESSALUD.

Tipo de seguro	Población	%
ESSALUD	1373	6.8
FFAA - PNP	177	0.9
Seguro Privado	144	0.7
SIS	9523	47.5
Otro	44	0.2
No tiene	8799	43.9
<b>Total de población</b>	<b>20,060</b>	<b>100</b>

Fuente: INEI [48]

**Diagnostico arqueológico**

En la elaboración de adobe se tiene especial cuidado al momento de trabajar con la tierra necesaria para realizar los adobes además de considerar que su parcela no tiene gran tamaño a comparación de otras parcelas en este caso solo llega a tener 400 m<sup>2</sup> de extensión que es la zona directa que tiene influencia al momento de trabajar, es cierto que se encuentra relativamente cerca de una de las pirámides de Túcume, por eso resulta imprescindible el CIRA (Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos) pero esas zonas mayormente se encuentran trabajadas para la agricultura y nunca han tenido ningún inconveniente al encontrar restos arqueológicos. Sin embargo, al momento de realizar el pozo y excavar la tierra a trabajar se tomará mayor importancia al revisar si se encuentran restos arqueológicos de mucha importancia al Estado cabe recalcar que las excavaciones se realizarán máximo a 4 metros de profundidad para el pozo y para la tierra de los adobes se realizará máximo a 2 metros de profundidad para no tener problemas de encontrar restos orgánicos en la superficie, pero tampoco excavar a gran profundidad. Se concluye que el CIRA debe de ser muy exhaustivo para la realización de adobes a gran escala con un proyecto más grande.

**Identificación y evaluación de pasivos ambientales**

Un pasivo es un daño ambiental o un impacto no mitigado que afecta de manera perceptible y cuantificable a ciertos elementos ambientales naturales (físicos y bióticos) y humanos son aquellas sustancias que generan daños al ambiente de manera grave dañando partes del medio ambiente como son el aire, agua y tierra.

En caso de este proyecto al realizar procesos mecánicos que además de ser una actividad milenaria sostenible y sustentable se tiene especial cuidado a los dos procedimientos que pueden influir debido a que son las principales sustancias primas: Tierra y Fibra de enea.

Para cortar la fibra se hizo uso de guadañas artesanales no de las mecánicas que puede generar daños al medio ambiente, con su respectivo EPP que son reutilizables por la persona que realiza la actividad, del mismo modo para el transporte se colocan en bolsas de arroz que son reutilizables, teniendo cuidado de gestionar la totalidad de los productos tanto en el cuidado de obtener los materiales como al momento de gestionar los materiales luego de ser utilizados o reciclados.

Para la obtención de tierra se hizo uso de palas para excavar la tierra para el pozo y para la elaboración de adobes, estas acciones no son necesario el uso de maquina y se llevan bolsas de cascara de arroz que también es reutilizables. Para las gaveras también son utilizables en diferentes procesos, como se explica no se generan restos de combustión en ningún procedimiento ni de sustancias peligrosas.

Para el tema de recursos orgánicos, las personas tienen cerca su casa y esto hace que no tengan que llevar alimentos a la zona de trabajo evitando así que se generen restos orgánicos que afectan a la salud ambiental de la tierra, como en la resistencia de la tierra en los ensayos de laboratorio.



FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS		MEDIO FISICO		MEDIO BIOTICO		MEDIO SOCIOCULTURAL		MEDIO ECONOMICO		ACCIONES																		SUMA										
										DESARROLLO DE TESIS (Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades fisico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada)																		MAGNITUD (+/-)										
										Recolección de fibra			Análisis de Laboratorio			Elaboración de primeras muestras			Elaboración de segundas muestras			Finalización de la investigación																
										Conte de fibra de Enea en el dren	Transporte de fibra en bolsas	Conte en medidas patadas	Recolección de la primera muestra de tierra	Recolección de agua de Pozo	Transporte de material en sacos y bidón	Obtención de cascara de arroz	Construcción de moldal	Excavación de tierra	Excavación de arenas de cultivo	Elaboración de muestras	Verificación y recojo de muestras secas	Transporte de muestra al laboratorio	Excavación de arena de cultivo	Remojado de tierra dos días antes	Elaboración de mortero	Elaboración de muestras	Verificación y recojo de muestras secas			Transporte de muestra al laboratorio	Evermenización de muestras	Almacenamiento de muestras experimentadas	Transporte de restos	Descarga de muestras en lugar pertinente	Seminado de Enea			
MEDIO INERTE	ABE	Calidad del aire	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-18	21	-44									
		Partículas en suspensión	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1						
		Nivel de olores	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1						
	AGUA	Nivel de ruidos	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1						
		Calidad de Agua	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1						
		Recurso Hídrico	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1					
		Calidad/Capacidad suelo	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1					
	TERRA	Morfología del suelo	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1					
		Estabilidad del suelo	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				
		Permeabilidad del suelo	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1			
Erosión del suelo		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				
Plantas		-3	-3	-3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				
Raíces		-3	-3	-3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1			
FAUNA	Follaje	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				
	Aves	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1			
	Insectos	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1			
	Animales Terrestres	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1			
PROCESOS	Reproducción Vegetal	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1			
	Perturbaciones	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1			
MEDIO CULTURAL	Valor Testimonial	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		
	Urbano	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		
MEDIO ECONOMICO	HABITAT URBANO	Recursos científico-cultural	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
		Comercial	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
	INFRAESTRUCTURAS URBANAS	Verde	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
		Pampas	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
		Red Transportes	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
		Equipamientos	-3	-3	-3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	SERVICIOS CULTURALES	Factores Educativos	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
		Estilo de vida	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
		Equipamientos Sociales	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
		Transporte Urbano	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Tráfico		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Calidad de vida		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
HUMANOS	Salud	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
	Habitat	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
	Aceptabilidad Social de la Actividad	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
	Renta	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
ECONOMIA PUBLICA	Actividades Económicas	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
	MAGNITUD (+ / -)	-7	9	2	-9	-6	14	7	6	-2	-18	-7	16	15	14	-23	-9	9	24	15	16	30	15	14	0	2	11	1	1	2	26	26	26	26	234			
PROMEDIO		-22	13	3	-17	-8	20	14	-2	-41	-13	38	45	20	-55	-17	30	36	44	21	52	0	15	-4	10	62	234	OK										

## Plan de participación ciudadana

Al ser un proyecto de investigación y que tiene como finalidad la de aumentar en conocimiento para la investigación mas no en la del desarrollo de actividades que puedan influir de manera directa con los pobladores, se realiza un plan de participación ciudadana solo para los pobladores que tienen participación directa.

Para la recolección de fibra de enea se localiza la población más cercana a la zona de recolección para poder explicar el motivo de por qué se realiza la extracción sostenible de la fibra de enea, dejando en claro que la finalidad del proyecto es la de investigar y generar un conocimiento que pueda beneficiar a todos.



Fuente: Elaboración propia (Google Earth)

Para la elaboración de adobes se planteó la idea de investigación al dueño del terreno que es el mismo que realizará los adobes, explicando cual es la finalidad de la investigación y de la fibra que se va a utilizar. El señor junto a su hijo se encargan de todo el proceso de elaboración, el terreno se encuentra alejado de la ciudad conectado por una trocha carrozable por eso no tiene repercusión con los demás pobladores, sin embargo el señor nos conectó con los dueños de los terrenos aledaños para avisar que va a recogerlos una camioneta para que no haya inconveniente del mismo modo me dicen que no hay ningún problema ya que muchos de ellos también llevan vehículos para movilizar sus productos de agricultura.

Como se puede verificar en la imagen, esas zonas son las que se tiene un dialogo con sus propietarios para el transporte de los adobes además de mostrar la zona de transporte del vehículo hasta la ciudad.

## Plan de Manejo Ambiental

En la evaluación de impacto ambiental resultó que el componente aire es el más frágil donde el factor partículas en suspensión tienen mayor impacto, por ende, se plantea el regado del suelo para evitar que estas partículas se encuentren suspendidas en gran medida evitando los problemas en el ambiente como en la salud de las personas.

La acción más agresiva es la excavación de terrenos de cultivos por ende se plantea la utilización de suelo de drenes que muchas veces son mal utilizadas para la compensación y llenado de vacío de los lugares erosionados.

## Programa de medidas preventivas, mitigadoras y correctivas

### Subprograma de manejo de residuos sólidos, líquidos y efluentes

Para el subprograma de manejo de residuos sólidos se considera las acciones relacionadas a los adobes luego de ser sometidos a ensayos de laboratorio ya que al ensayarlos ya se considera un residuo sólido. Por ejemplo, para los ensayos que son sometidos al laboratorio con agua queda el material saturado que se coloca en bolsas de arroz para poder ser transportados luego de su secado, para las muestras que son rotas en la experimentación también se guarda. Luego de tener estos restos se considera llevar esta materia prima que al final es tierra hacia lugares donde pueda ser reutilizada la tierra ya que al ser adicionada con un material sostenible no genera daños irreversibles que pueda perder sus propiedades.



Fuente: Elaboración propia

También para los restos que quedan de la fibra de enea luego de ser extraídas son reutilizada por el mismo señor que elabora los adobes para que pueda vender estos adobes, ya que según su conocimiento esta fibra hace que tenga mejores propiedades. Al momento que la fibra queda

en el suelo sirve de alimento para algunos insectos para que tenga un uso sostenible en el tiempo y la misma tierra pueda ser utilizada para sembrar.



Fuente: Elaboración propia

Para el manejo del agua procedente del pozo, parte del desarrollo de la tesis consta del análisis químico del agua para conocer la cantidad de cloruros y sulfatos que contiene para poder tratarla de mejor manera o considerar otro tipo de agua que no tenga medidas negativas, al pasar la prueba química se considera la utilización del agua para regar la tierra para los adobes, así como también se utiliza esta agua para regar las plantas que tiene el señor sin agregar ningún tipo de químico que pueda afectar su composición y tener daños a las plantas como al suelo subterráneo generando pasivos ambientales. El programa consiste en mantener el agua limpio de sustancias no propias y de restos orgánicos.

### **Subprograma de control de erosión y sedimentos**

Para este programa se genera el control que genera la erosión al momento de realizar las excavaciones del pozo y de la tierra para los adobes:

Para la excavación del pozo las tierras cercanas al fondo por el proceso de saturación de agua se llegan a caer por la erosión y se sedimenta esta tierra en el fondo, para el control de la erosión se va evaluando como está trabajando los límites de tierra, en caso sea necesario se va perfilando

para mantener la estructura del suelo. Luego de que el agua del pozo sea utilizada totalmente se procederá a colocar tierra para nivelarlos y así evitar que quede un hueco de tierra que también trae problemas de seguridad.

Para la excavación de la tierra es un proceso ciclo que siempre realiza el señor ya que lleva años en sus terrenos, este trabaja en el terreno hasta que considera que la tierra ya no es apta para el adobe de ser el caso le da otra utilidad como es la de sembrar arroz que también le genera beneficios económicos. Para el desarrollo de la agricultura procede a rellenar de tierra a un nivel para que pueda absorber el agua con este proceso evitando que se genere erosión ya que las plantas ayudan a solventar este problema.

### **Subprograma de protección de recursos naturales**

Entre los principales recursos naturales que se consideran en el proyecto son la tierra y la planta de enea.

Para la protección de la tierra, lo que se plantea es que para las excavaciones de tierra se generan huecos de tierra que se repondrán al momento de acabar la elaboración de adobes. Del mismo modo como está planteado en el programa de gestión de residuos sólidos se considera el material luego de la experimentación que son bloques de tierra con fibra de enea que se pondrá en pampas y lugares de tierra para que sirva de material para la siembra recordando que es procedente de Túcume y tiene características de agricultura. Que sirva de tierra para que se siembren plantas y flores como es el caso de algunos jardines.

Para la protección de la planta de enea se reconoce que las esporas que se pueden sembrar forman parte de su tallo específicamente en su flor que tiene forma de pipa es donde se encuentra su semilla. De la fibra extraída se extraen parte que contienen esta flor que serán extraídas para luego ser plantadas en el mismo sitio de su extracción.





Fuente: Elaboración propia

### **Subprograma de salud local**

Para el programa de salud local se realiza énfasis en el cuidado de la tierra y la del agua: Cuidado en la tierra ya que si se le da un mal trato puede que se combine con restos de basura que traería daños a su composición, del mismo caso que si se utiliza para sembrar alimentos y este se encuentra dañado el producto final como el arroz también puede repercutir de manera directa con la población que la pueda ingerir este alimento. Por eso se tiene especial cuidado al momento de trabajar con la tierra para que no tenga contacto directo con sustancias nocivas. También es necesario el cuidado al momento de transportar los adobes en camionetas ya que por donde se traslada son trochas carrozables de una sola vía y se debe de ir despacio viendo en cada volteada si pasa algún otro auto o alguna persona ya que puede ocurrir algún tipo de riesgo. Al momento de trabajar con el agua es necesario conservar sus propiedades y evitar su contacto con sustancias nocivas del mismo modo que la tierra ya que esa agua subterránea puede afectar a otras aguas que estén en el mismo sitio.



Fuente: Elaboración propia

### **Subprograma de seguridad motivo del EIA.**

Al momento de realizar el EIA se debe de tener previsto gestiones para cuidar la seguridad, como es el caso de conocer las personas de la zona para tener un dialogo pacífico para lograr

cumplir con la investigación y no tener inconvenientes a la hora del desarrollo del trabajo tanto de los pobladores cercanos de Túcume como de la población cercana al dren de la carretera de San José por el uso de la fibra.

También se debe de tener planteado desde el inicio que actividades se van a realizar para tener soluciones en caso se produzcan problemas como lo es que los trabajadores no quieran trabajar de la forma segura con sus EPP y quieran trabajar a su manera, siempre debe de haber un dialogo para buscar la forma que se sientan más cómodo, pero también cuidando su seguridad en todo momento ya que al ayudarnos a realizar la investigación forma parte de nuestra investigación. Además, se debe de tener un plan de manejo de los trabajos luego de realizar las actividades, como es el manejo correcto de los restos de fibra o restos de adobe cuidando la seguridad de las personas que lo trabajan así no tirándolos por ahí ya que puede ocurrir accidentes en caso se coloque la tierra en pozos o en calles donde se transporta los alimentos.



Fuente: Elaboración propia

### **Subprograma de protección de recursos arqueológicos y culturales.**

La protección de recursos arqueológico es importante, ya que al estar cerca de la pirámide de Túcume se debe de tener especial cuidado a la hora de trabajar con el suelo que puede tener restos arqueológicos. Por ende, en todo el proceso de excavación se supervisa que no se encuentren algún cerámico en caso de ser encontrado se informará al Ministerio de Cultura informando que esa zona debe de ser restringida para que se hagan los estudios necesarios y trabajos necesarios. En este caso el señor llevaba años trabajando con esa tierra que es de su propiedad sin encontrar ningún resto haciendo factible su trabajo, la pirámide se encuentra

cercada por el Estado cerca de la parcela de trabajo, pero no se considera patrimonio esta zona. Basándonos en los estudios que realizó el Estado en esas zonas, el conocimiento y la experiencia que lleva el señor trabajando en la misma tierra y verificando la excavación podemos proteger los recursos culturales.

Fuente: Elaboración propia



### **Programa de monitoreo ambiental**

Se realiza el monitoreo de la gestión ambiental planeada anteriormente:

Para el control de suelo antes del trabajo se verificó mediante las pruebas si era el suelo apto para la elaboración de los adobes contrastando con su color y humedad si se encuentra con restos de salitre, a simple vista se puede observar que no presenta. Al momento de realizar los adobes se volvió a verificar que sea la misma tierra para los diferentes bloques sin agregar sustancias dañinas que pueden ayudar a mejorar sus propiedades como lo son el cemento y la cal que son sustancias que se utilizan para la estabilización de suelos y deben de ser estudiados con un plan de monitoreo, en este caso desde que se planteó se diseñó en función a la adición de fibra. Por ende, en cada revisión y cada elaboración de adobes que fueron en 3 partes se verificó que no le agreguen sustancias al suelo como pesticidas tampoco. Y luego de sus pruebas de laboratorio del mismo modo se realizó un monitoreo al estado del suelo que sobra ya que; para las pruebas que se agregó agua se le agregó agua potable de caño sin agregar sustancias que puedan afectarlas y para las pruebas mecánicas de rotura se rompieron a presión sin agregar

sustancias para que estas mismas muestras rotas puedan ser reutilizadas como material de parques o jardines de la zona.

Para el control de la fibra antes del trabajo se controló que la forma de extracción sea mecánica con una hoz, contrastando a otros antecedentes que muestran que con la forma de extracción también varía sus propiedades como cuando se le agregan sustancias químicas, luego de ser extraída se tuvo especial cuidado en el transporte para evitar perder material que pueda resultar ser contaminante, luego de esto se procede a secar al sol para secar la planta y se convierta en una fibra luego se procede a cortar la fibra en cortes pequeños con tijera de manera mecánica. Al momento de mezclar con el adobe se controló las dosificaciones de fibra para ser mezclados y utilizar todo lo posible de enea de acuerdo a lo planteo, verificando que los restos sea recogidos y no solo seas botados en la zona. Finalmente, en la rotura de las muestras que contenían enea también fueron agrupadas para ser llevadas a zonas donde los animales puedan comer ese material o introducidos a botes de basura de recursos orgánicos.

Para el manejo del recurso hídrico se plantea antes de la elaboración de los adobes una zona cercana donde se pueda obtener agua necesaria para realizar adobes, es ahí donde se procede a realizar una excavación por parte del señor y de su hijo, que se realizaron ensayos químicos para saber su composición dando resultados como: sulfatos con 85.61 ppm, cloruros con 118.96 ppm, Ph de 7.71 y conductiva eléctrica de 996 us/cm que son los valores normales para el uso en la construcción ya que esa va a ser la función que se le dará ese pozo no será apta para el consumo humano. En la elaboración se hizo cargo de utilizar la cantidad necesaria para no sobre utilizar y luego de que se haya realizado el proyecto el señor lo seguirá usando para la realización de sus adobes para vender.

## **Programa de asuntos sociales**

### **Subprograma de relaciones comunitarias**

Para el desarrollo de las actividades se tuvo principal relación con la población de la zona cercana al dren de la carretera a san José que se tuvo que pedir permiso por ser la población más cercana al área donde se iba a extraer la fibra de enea y ser afectada de manera directa si para ellos era una acción que les iba a traer consecuencias negativas, además de formar una confianza en el caso de ser posible de conseguir una persona que pueda ser la encargada de cortar la fibra de enea. Del mismo modo luego de realizar la actividad se dio las gracias y se planteó el sembrado de la planta de enea para dejar el dren como se había encontrado a pesar de que para ellos esta fibra solo traía cosas negativas a su población.

Del mismo modo se habló con el señor que se encargaba de realizar los adobes, ya que él era el único dueño de su parcela y con se debía de tener una relación de confianza para poder poner en acción todas las acciones para la realización del proyecto como el manejo de los recursos ambiental, al momento de recoger los adobes si fue necesario hablar con los dueños cercanos a la parcela del señor, ya que esta se encontraba en medio de otras parcelas y cuya única salida era por una trocha carrozable de una sola salida. Luego de expresar el motivo del transporte de mis adobes me dieron la venia de poder utilizar el dren manteniendo el respeto por sus zonas, así como teniendo cuidado de no tener problemas con las personas que se transportan a pie por la misma trocha.

Finalmente, al momento de realizar el depósito de los restos de tierra que fueron transportados a los parques y jardines de una población en José Olaya se le ofreció dar este material al ser una tierra con características de agricultura, aceptaron de buena manera para criar sus plantas y así siendo sostenible el material.

#### **Subprograma de contratación de mano de obra local**

Para el trabajo de la obtención de la fibra de enea lo primero que se buscó fue personal de la población cercana, sin embargo, esta no quería realiza este trabajo porque se encontraban ocupados con sus terrenos y trabajos. Por eso se buscó un trabajador que se encargaba de cortar fibras para cortar la fibra necesaria verificando que sea la cantidad necesaria y cortando solo enea porque en el dren también está presente otras plantas, buscando la fibra de enea seca que sea marrón pero que siga teniendo resistencia al momento de tratar de romperla, la persona que realizó la actividad fue remunerada.

Para el desarrollo de los adobes fue realizado por los señores dueños de la parcela que tienen conocimiento en su elaboración respetando su experiencia, además que el contrato de la elaboración de adobe consistía en la tierra y en su elaboración. Sin embargo, se puede decir que el contrato fue realizado con obra de mano local porque fueron personas de Túcume que saben trabajar con su tierra pero que siempre estuvieron prestos a aprender nuevos conocimientos, así como escuchar los procedimientos correctos y el respeto al medio ambiente.

Para el transporte de los adobes hacia la ciudad de Chiclayo se consideró camiones cercanos a Túcume y su población por el motivo que ellos saben cómo entrar a esas zonas con el cuidado necesario además que cuentan con experiencia trabajando para el señor como también para el ministerio que una vez los contrató.

### **Subprograma de participación ciudadana**

Al momento de realizar mis adobes la población quedó sorprendida por el tamaño de los adobes, así como también de su forma en el caso de los cilíndricos, llamando su atención que los hizo participar de forma activa en el desarrollo del proyecto como en el cuidado del medio ambiente. Al inicio del proyecto en Túcume se planteó la idea de escuchar a los trabajadores cual era la forma de cuidar al medio ambiente o que equipos utilizaban para cuidarse en el trabajo esto generó una lluvia de ideas para llevar el trabajo de la mejor manera.

Por ejemplo:

Ellos consideraban que sin zapatos el trabajo se realizaba de mejor manera ya que con estos se distribuía el material, ya que se explicó las normas de seguridad y como se gestionaron otros proyectos el medio ambiente se llegó a la conclusión de manera democrática que se utiliza botas grandes que puedan cuidar su seguridad, así como que se sientan más cómodos.

Otro caso fue cuando se llevaron los adobes de Túcume a Chiclayo para pasar los ensayos los pobladores ayudaron a cargar cuidando que no se pierda material y tampoco se rompa.

### **Programa de educación ambiental**

Para la educación ambiental se planteó la explicación de algunos conocimientos básicos acerca del medio ambiente, así como de los procedimientos que se realizaron y del manejo de los recursos luego de haber acabado con el proyecto.

En el caso de la zona de fibra de enea, fue la de mostrar la importancia del buen cuidado de las plantas de enea porque tenían una pésima idea de su utilidad ya que consideraban esta fibra como una hierba mala; sin embargo, se mostró la utilidad que tiene que es la de es una planta que cuida la limpieza del dren purificando las sustancias dañinas además de ser un ecosistema donde conviven diferentes animales y plantas.

En el caso de la zona de construcción de los adobes parte de la educación se dio en el manejo de la gestión de los recursos ya que en el caso de los pozos consideraban que es un recurso que siempre va a ver y utilizan sin un uso sostenible desperdiciando agua en cualquier sentido del mismo modo pasaba con la cascara de arroz que compraban en grandes sacos que luego se podía observar montones retenidos en una esquina sin darle importancia, por eso fue necesario explicar que son recursos no sostenibles como el agua tratando de darle una utilidad sin malgastar y en caso de la cascara de arroz cuidar su uso ya que si no se controla se consideran recursos de basura.

El manejo de los adobes también resultó parte importante en la educación ambiental ya que los señores encargados de vender adobes no sabían que finalidad le daba luego de ser elaborados,

explicando que en el proyecto que estaba planeando era ensayar en laboratorios que resultarán beneficiarios para el desarrollo del aprendizaje, explicando que la tierra que se utiliza para el adobe tendrá otro uso haciendo sostenible, del mismo modo el manejo de las fibras de enea como basura orgánica o como comida de algunos animales.

### **Programa de capacitación ambiental y seguridad**

El programa de capacitación se basa en las acciones que se le deben de plantear a los pobladores para manejar los recursos que tienen en su cercanía respetando el medio ambiente como cuidando su seguridad.

En el caso de la zona de fibra de enea, fue la de capacitar acerca del plan que se le debe de dar a la planta de enea que es de cortar aquellas partes secas que son las partes donde mayormente se llenan de polvo y dejar de quemar la fibra cerca de la basura o como ellos lo utilizan como si fuera leña, explicando que en caso de que se propague él fue podría generar un incendio masivo que traería daños al medio ambiente como a la zona donde viven. Otra acción de capacitación de su seguridad y cuidado del medio ambiente fue la de 2 veces al año llamar a personal sanitario para verificar si el dren no es un lugar con metales pesados o sustancias muy dañinas que generan pasivos ambientales.

En el caso de la zona de construcción de los adobes se capacitó a las personas a controlar en botellas para poder ir midiendo que cantidad de agua es la que se necesita para mezclar la tierra con la cascara de arroz para evitar su perdida, del mismo esta cáscara se cuidará proporcionando en bolsas para colocar las cantidades exactas quedando siempre un desperdicio que se debe de manejar para posibles otros nuevos adobes.

Para el transporte de las muestras fue necesario la capacitación al señor que manejaba para que tenga cuidado al momento de ir por la trocha carrozable ya que por esas zonas de agricultura forma parte del conjunto de recursos naturales como son: Tierra, agua y plantas evitando de pasar por zonas donde haya maleza para evitar su erosión y desgaste. Para levantar los adobes fue necesario al finalizar la limpieza del auto por que restos del adobe generan polvo que también es un contaminante y debe de ser cuidado de buena manera.

### **Programa de prevención de pérdidas y contingencias**

#### **Subprograma de salud ocupacional**

Se debe de tener cuidado en la seguridad de los trabajadores antes, durante y después de las actividades:

Se debe de delimitar cual es la zona donde se va a extraer la poza de agua cavando de manera progresiva colocando paredes de madera para evitar que hayan caída de tierra sobre los trabajadores con sus respectivos equipos e indumentarias para cuidar su salud como lo son:

Guantes al momento de cavar respetando también su comodidad.

Botas PVC para evitar que se pueda hacer daño con tierra dura o piedras.

Bloqueador solar a pesar de que el trabajo se realiza desde la madrugada.

Gorra para el sol.

Pala de acero verificando que no haya corrosión.

Del mismo modo para el encargado de cortar la fibra de enea también debe de tener sus equipos de cuidado especialmente cuando se introduce al dren.

Guantes al momento de cortar respetando también su comodidad.

Botas PVC para evitar que tenga contacto directo con el agua del dren.

Bloqueador solar

Repelente para los zancudos

Gorra para el sol.

Hoz de acero verificando que no haya corrosión.



Fuente: Elaboración propia

Es necesario luego de realizar estas acciones preguntar cómo se sienten las personas llevando un botiquín de primeros auxilios en caso de que surja un problema, se lleva botellas de agua potable para que las personas puedan beber. Al momento de cavar el pozo verificar que no tenga

exceso de sustancias dañinas en cuanto a sulfatos, ph y cloruros para que en caso de que tenga cantidades altas estas puedan dañar la salud de las personas.

### **Subprograma de prevención y control de riesgos laborales**

Ya que los dos principales procesos de construcción son los de elaboración de adobes y de cortar la fibra de enea por eso es de vital importancia gestionar los posibles riesgos que se puedan generar, como:

Para la recolección de fibra se debe de tener claro que el agua se encuentra con sustancias de desecho ya que se encuentran en un dren y por ende se debe de tener especial cuidado en que no haya un contacto directo por eso se hace uso de botas.

Para cortar la fibra de enea es necesario el uso de una hoz que no esté en desgaste que puede dañar las manos del trabajador, por eso se verifica el instrumento y además se le agrega unos guantes se seguridad.

Para el cuidado de la salud de las personas, se reconoce un riesgo potencial que es el dengue por eso se pone un repelente en el cuerpo del trabajador debido que esta zona presenta agua estancada que es una posible transmisión, del mismo modo se trata de cumplir con la actividad rápido para pasar el menor tiempo posible.

Debido a las altas temperaturas que está pasando en nuestro País el sol forma parte de un peligro potencial tanto para quien realiza los adobes como para quien corta la fibra de enea por eso se proporciona bloqueador solar junto a su gorra para evitar que los rayos ultravioletas generen daños a la piel.

Para la excavación del pozo es necesario el cuidado de las paredes ya que al estar saturados estos pierden estabilidad y se caen por erosión por eso es necesario que al bajar el nivel se debe de colocar paredes que cubran para evitar que se generen derrumbes.

Al momento de realizar los adobes también se tiene cuidado al momento de batir agua con tierra es necesario el cuidado del trabajador al momento de caminar o desplazarse ya que por la zona se encuentra mojada pueda generar accidentes, del mismo modo se colocan botas para trabajar en agua para cuidar la seguridad.

Para el transporte del adobe se crea un plan del análisis del camino de la trocha carrozable identificando por donde se puede recoger los materiales para evitar causar accidentes por volteo o por atropellos.

### **Subprograma de contingencias**

El programa de contingencias se hizo antes de realizar el proyecto:

Para seleccionar la fibra de enea se tenía previsto la zona de carretera a San José a Chiclayo ya que es una zona que se encuentra cerca de donde vivo por eso conocía la cercanía del dren como

de lugares médicos por si surge algún problema, debido a que es una zona cerca a una población se tenía que preguntarle sin embargo si su respuesta era negativa con respecto al corte de adobe se tenía un lugar de contingencia a los drenes cerca de Túcume que también se tenían que analizar su calidad.

Para escoger la persona que va a realizar los adobes se vio necesario buscar una persona con experiencia en la elaboración de adobes, primero se había contactado con un señor que sabía realizarlos pero que no consideraba la idea de mezclar la muestra simplemente quería dar los adobes tradicionales, por eso buscando se encontró un señor mayor con muchos años de experiencia que trabajaba con su hijo que nos dio la facilidad de trabajo como la ayuda en el proyecto.

Para el transporte de las muestras se vio necesario el uso de un carro que pueda tener la capacidad de 500 kg que pesaban los adobes pero que puedan pasar por la estreches de la trocha carrozable, por eso primero se tenía previsto la contratación de un bus debido a su capacidad, pero no era factible por su largo que no podía girar. Finalmente se consideró una moto cargadora para que realice esta actividad

Es necesario también verificar cuales son las zonas de emergencia más cercana en caso de que surja una contingencia de salud al realizar los trabajos de adobes. Estos lugares pueden tratar los problemas más graves que no pueden ser tratados con un botiquín de primeros auxilios.



Fuente: Elaboración propia (Google Earth)

### **Programa de cierre de obra**

Para el programa de cierre del proyecto se realiza al finalizar los análisis y las muestras:

Para la tierra de Túcume que se realizaron excavaciones para elaborar adobes se generó erosión y desniveles por ende se procede a nivelar el terreno, cabe recalcar que esa tierra de la parcela siempre se utiliza para realizar adobes por eso después de acabar con el proyecto el señor le seguirá dando el uso de tierra para adobe, pero igual se procede a cuidar el suelo y nivelar el terreno.

Para el pozo que se ha realizado para extraer agua se seguirá usando para la elaboración de los adobes que el señor venderá por eso se procede a perfilar el suelo para evitar que surjan derrumbes, así como tapar la parte de arriba para evitar que se contamine con sustancias superficiales.

Para la fibra de enea, se procede a extraer semillas de la hoja de la planta de enea que se sembrará en la misma zona del dren para que sea de manera sostenible.

Los restos del adobe que fueron probados en el laboratorio son trasladados a lugares donde se pueda volver a utilizar la tierra como “tierra de jardín” para que algunas personas puedan plantar sus flores además que la fibra cortada que queda de la experimentación ser rellena en lugares de basura orgánica, así como de alimento de algunos animales.

## Programa de inversiones

<b>COD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>C.UNITARIO</b>	<b>PARCIAL</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1</b>	<b>MATERIALES</b>					<b>S/ 670.00</b>
1.1	Memoria USB-64 GB	und	1	S/ 55.00	S/ 55.00	
1.2	Utiles de escritura	glb	1	S/ 90.00	S/ 90.00	
1.3	Papel A4 -75 g	mill	2	S/ 15.00	S/ 30.00	
1.4	Tinta de impresora	glb	1	S/ 45.00	S/ 45.00	
1.5	Taper de plastico	und	4	S/ 20.00	S/ 80.00	
1.6	Moldes	und	6	S/ 50.00	S/ 300.00	
1.7	Pala	und	1	S/ 70.00	S/ 70.00	
<b>2</b>	<b>EQUIPOS</b>					<b>S/ 374.00</b>
2.1	Botas de PVC	und	2	S/ 29.00	S/ 58.00	
2.2	Guantes	und	2	S/ 20.90	S/ 41.80	
2.3	Repelente	und	3	S/ 21.50	S/ 64.50	
2.4	Gorra	und	1	S/ 30.00	S/ 30.00	
2.5	Bloqueador	und	3	S/ 59.90	S/ 179.70	
<b>3</b>	<b>SERVICIOS INTERVINIENTES</b>					<b>S/ 1,170.00</b>
3.1	Ayuda de personal	dia	2	S/ 85.00	S/ 170.00	
3.2	Transporte de material	glb	10	S/ 100.00	S/ 1,000.00	
<b>4</b>	<b>TRANSPORTE Y ALIMENTOS</b>					<b>S/ 925.00</b>
4.1	Movilidad de transporte	glb	25	S/ 25.00	S/ 625.00	
4.2	Alimentos	glb	25	S/ 12.00	S/ 300.00	
<b>5</b>	<b>UNIDADES DE TIERRA REFORZADA</b>					<b>S/ 1,846.00</b>
5.1	Fibra de anea	und	1000	S/ 0.05	S/ 50.00	
5.2	Elaboración de muestras	und	700	S/ 1.00	S/ 700.00	
5.3	Pruebas de laboratorio	und	12	S/ 45.00	S/ 540.00	
5.4	Análisis quimico	glb	1	S/ 156.00	S/ 156.00	
5.5	Análisis de la fibra de anea	glb	1	S/ 400.00	S/ 400.00	
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>						<b>S/ 4,985.00</b>



## Plan de compensación ambiental

Para el control de los decibeles que se generan en obra, aunque en este caso no son procesos industriales o de maquinaria, más que nada son procesos mecánicos realizado por los trabajadores destacando el movimiento de tierra con palanas, elaboración de adobe y el transporte del material

### Sonómetro digital portátil



Fuente: Recuperada de internet

Como características tiene:

- Lectura desde 30dB hasta 130dB
- Rango de error +/-1,5dB
- Tiempo de respuesta mínimo 125ms máximo 2s

En base a la información de antecedentes:

La construcción de los adobes y excavación con palanas tiene como promedio 80 a 90 db

Para el transporte de material tiene como promedio 75 a 95 db

Se tiene como plan de gestión el tratar de reducir el ruido generado en el desarrollo de la tesis, en la excavación realizando poco a poco y en el transporte yendo despacio sin tocar el claxon que hace que aumente los decibeles.

### Monitor de polvo PCE-PQC 13EU incl. certificado de calibración



Fuente: Recuperada de internet

Como características tiene:

- Lectura de Rango de tamaño 0,5 hasta 25  $\mu\text{m}$
- Eficiencia de conteo 50 % a 0,3  $\mu\text{m}$  - 100 % para partículas  $>0,45 \mu\text{m}$  según JIS
- Flujo de muestreo 2,83 l/min (0,1 ft<sup>3</sup>/min)
- Tiempo de muestreo 1 s hasta 99 h, ajustable

No debe de ser expuesta a polvo unas personas en concentraciones superiores a 10 mg/m<sup>3</sup> de polvo total que está formada por el conjunto de partículas que se inspiran presentes en el aire o a 3 mg/m<sup>3</sup> de fracción respirable que se define por la parte del polvo total que llega hasta los alvéolos pulmonares para 8 horas de trabajo [49].

Para el trabajo se verifica que el suelo esté mojado para evitar que las partículas de polvo se eleven, también los trabajadores al momento de trabajar con suelo seco se ponen mascarillas para evitar que sea respirado gran cantidad de polvo.

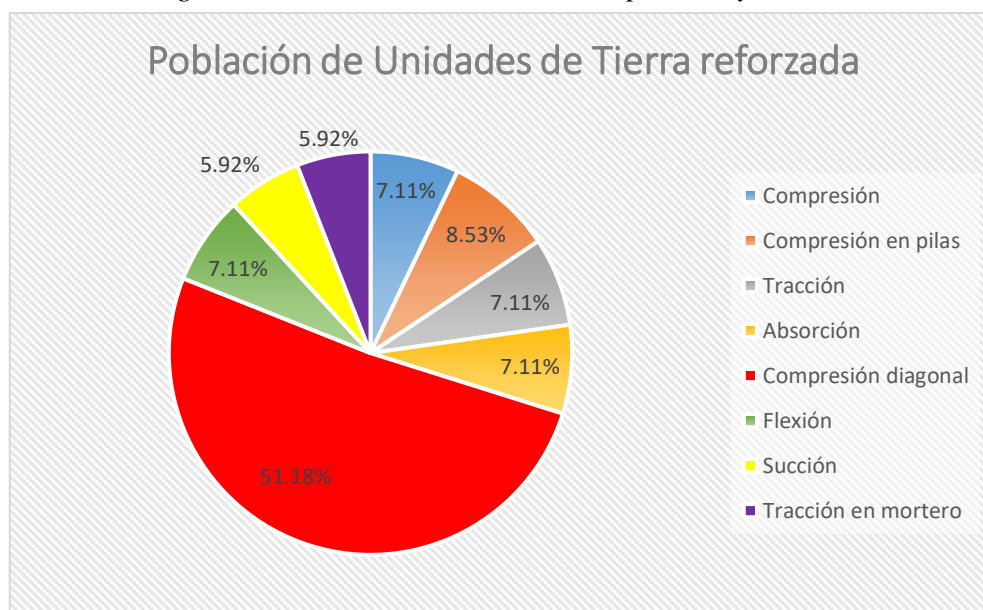
### Análisis Estadístico

Para poder llegar a la conclusión de la hipótesis de la investigación experimental fue necesario el desarrollo del análisis estadístico para que se pueda medir las variaciones de los resultados, como para examinar los datos obtenidos

### Distribución de las muestras según su ensayo

En el gráfico estadístico se puede apreciar cual es la cantidad de unidades de tierra reforzada para cada uno de los ensayos que se realizaron para poder llegar a cumplir con el objetivo general.

*Figura 35: Distribución de muestras por ensayo*



Se puede observar que la mayoría de muestras se utilizaron para la elaboración de muretes, luego se encuentra las muestras para la compresión en pilas y las que presenta menores muestras son las de tracción en mortero.

### Ensayo de Resistencia a compresión

Para los ensayos se realizaron secado de muestra para los 28 días.

*Tabla 53: Medidas de Estadísticos de frecuencia*

<b>Estadísticos</b>		
Compresión		
N	Válido	5
	Perdidos	0
Media		11,9532
Mediana		11,8149
Desv. Desviación		1,10928
Varianza		1,231
Asimetría		,985
Error estándar de asimetría		,913
Rango		2,83
Mínimo		10,84
Máximo		13,67

*Nota: Son valores obtenidos del programa SPSS 25*

Primero con el promedio de las cuatro mejores muestras de cada porcentaje se obtiene la media y la mediana de todos los resultados que se pueden observar en la tabla, la media con un valor de 11.9532 kg-f/cm<sup>2</sup> que es promedio de todas las muestras y la mediana con un valor de 11.8149 kg-f/cm<sup>2</sup> que representa el valor medio entre las muestras que tiene valores superiores e inferiores a este.

Mediante la tabla también se observa que la asimetría es positiva con valor de 0.985 demostrando que se presenta una asimetría positiva del mismo modo se puede observar que la mediana y la media son diferentes.

*Tabla 54: Límites de desviación*

<b>RESISTENCIA (kg-f/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>PROMEDI O</b>	<b>LÍMITE MÁXIMO DESVIACIÓN (LMD)</b>	<b>LÍMITE MÍNIMO DESVIACIÓN (LmD)</b>
13.669	11.953	13.063	10.844
11.815	11.953	13.063	10.844
12.274	11.953	13.063	10.844
10.843	11.953	13.063	10.844
11.165	11.953	13.063	10.844

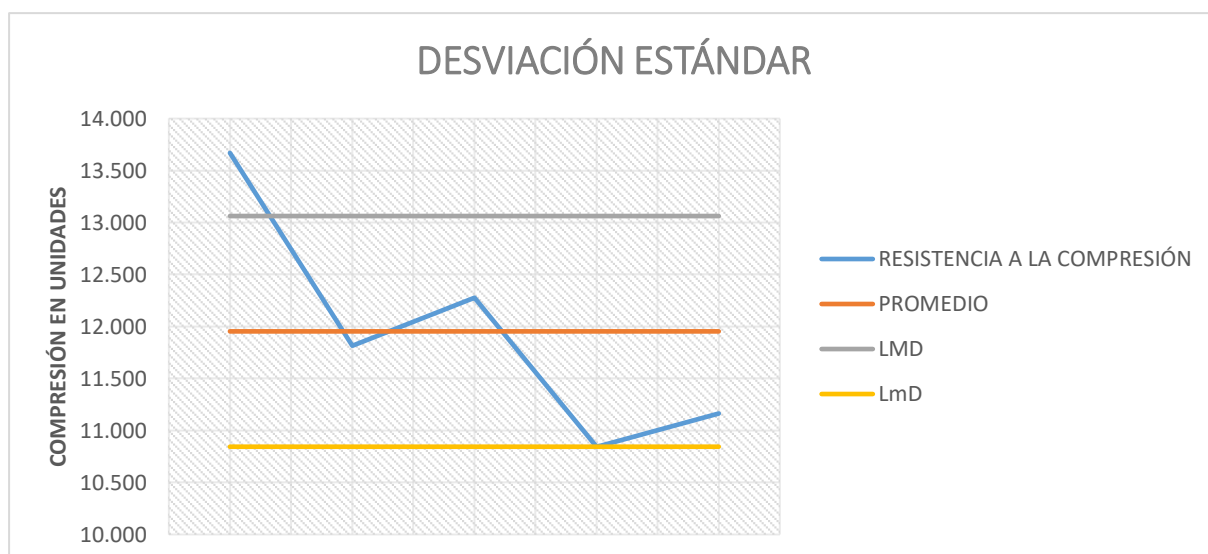


Figura 36: Gráfica de Desviación Estándar – Ensayo de compresión

Como se puede ver en la gráfica la línea marrón representa el promedio con un valor de 11.953 kg-f/cm<sup>2</sup> que es la media. Los límites también graficados como LMD (Límite Máximo de desviación) que representa el límite superior de la desviación con un valor de 13.67 kg-f/cm<sup>2</sup>, mientras que como LmD (Límite Mínimo de desviación) que representa el límite inferior de la desviación con un valor de 10.84 kg-f/cm<sup>2</sup>.

También se muestra que solo hay un valor que se encuentra fuera del límite medio superior que es la muestra patrón que no está dentro de los valores normales obtenidos, mientras que los otros cuatro valores si se encuentran dentro de los límites.

Tabla 55: Muestras analizadas por porcentaje Kruskal-Wallis

Rangos			
	Tratamiento	N	Rango promedio
Total	AdobePatrón	4	17,75
	Adobe0.25	4	12,00
	Adobe0.50	4	12,50
	Adobe0.75	4	5,00
	Adobe1.25	4	5,25
	Total		20

Nota: Son valores obtenidos del programa SPSS 25

Tabla 56: Medidas de Estadísticos descriptivos

Ho = Las medias son iguales en todos los grupos  
 Hi = Las medias son diferentes en todos los grupos  
 Significancia 0.05  
 p < 0.05 Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna  
**0.010 < 0.05 Se ACEPTA la hipótesis Alterna y se RECHAZA la hipótesis Nula**

### Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Total es la misma entre las categorías de Tratamiento.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,010	Rechazar la hipótesis nula.

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

*Nota: Son resultados obtenidos del programa SPSS 25*

Para la evaluación de la hipótesis se considera los cuatro mejores valores de las seis muestras ensayadas por porcentaje, así por el método de Kruskal-Wallis se obtiene una significación asintótica de valor de 0.010 que es menor al valor de 0.05, esto nos indica que se rechaza la hipótesis nula y por ende se acepta la hipótesis alterna concluyendo que los las medias son diferentes en todos los grupos para este ensayo.

### Ensayo de Resistencia a la flexión

Para los ensayos se realizaron secado de muestra para los 28 días

*Tabla 57: Medidas de Estadísticos descriptivos*

Estadísticos		
Flexión		
N	Válido	5
	Perdidos	0
Media		4,3456
Mediana		4,2881
Desv. Desviación		,54194
Varianza		,294
Asimetría		1,078
Error estándar de asimetría		,913
Rango		1,49
Mínimo		3,73
Máximo		5,21

*Nota: Son valores obtenidos del programa SPSS 25*

Primero con el promedio de las seis mejores muestras de cada porcentaje se obtiene la media y la mediana de todos los resultados que se pueden observar en la tabla, la media con un valor de 4.3456 kg-f/cm<sup>2</sup> que es promedio de todas las muestras y la mediana con un valor de 4.288 kg-f/cm<sup>2</sup> que representa el valor medio entre las muestras que tiene valores superiores e inferiores a este.

Mediante la tabla también se observa que la asimetría es positiva con valor de 1.078 demostrando que se presenta una asimetría positiva del mismo modo se puede observar que la mediana y la media son diferentes.

Tabla 58: Límites de desviación

RESISTENCIA (kg-f/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO	LÍMITE MÁXIMO DESVIACIÓN (LMD)	LÍMITE MÍNIMO DESVIACIÓN (LmD)
4.288	4.346	4.888	3.804
4.170	4.346	4.888	3.804
5.215	4.346	4.888	3.804
4.330	4.346	4.888	3.804
3.725	4.346	4.888	3.804

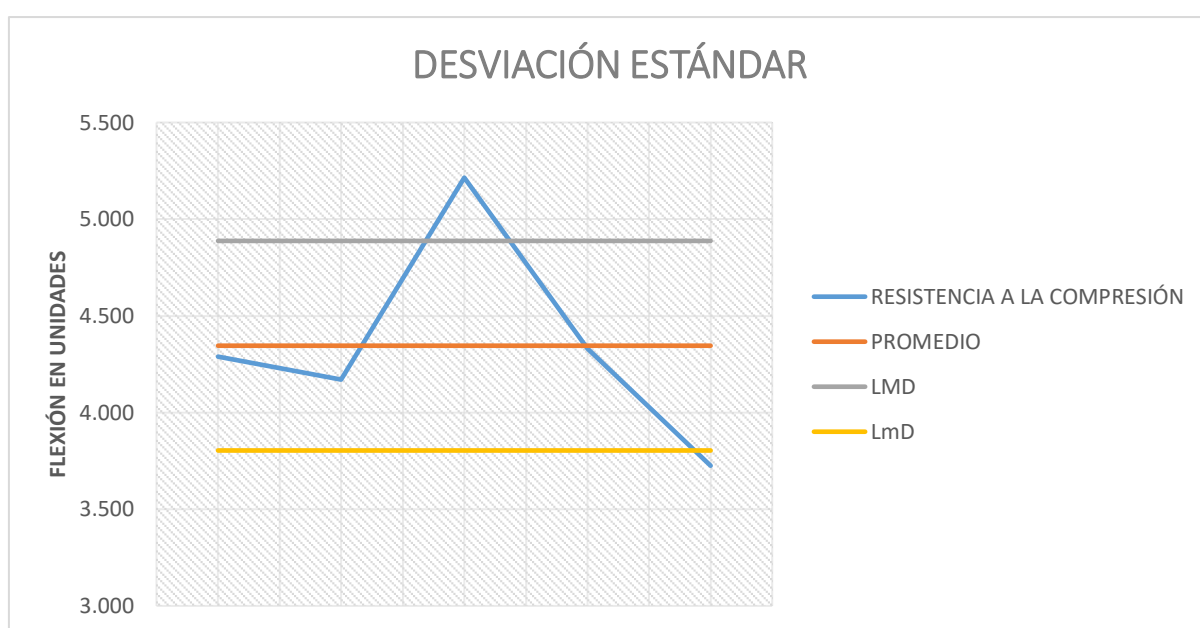


Figura 37: Gráfica de Desviación Estándar –Ensayo de flexión

Como se puede ver en la gráfica la línea marrón representa el promedio con un valor de 4.3456 kg-f/cm<sup>2</sup> que es la media. Los límites también graficados como LMD (Límite Máximo de desviación) que representa el límite superior de la desviación con un valor de 5.21 kg-f/cm<sup>2</sup>, mientras que como LmD (Límite Mínimo de desviación) que representa el límite inferior de la desviación con un valor de 3.73 kg-f/cm<sup>2</sup>.

También se muestra que solo hay un valor que se encuentra fuera del límite medio superior que es la muestra adicionando 0.5% de fibra de enea que no está dentro de los valores normales obtenidos, mientras que los otros cuatro valores si se encuentran dentro de los límites.

Tabla 59: Muestras analizadas por porcentaje Kruskal-Wallis

**Rangos**

	Tratamiento	N	Rango promedio
Total	AdobePatrón	6	15,83
	Adobe0.25	6	15,17
	Adobe0.50	6	19,50
	Adobe0.75	6	16,50
	Adobe1.25	6	10,50
	Total	30	

Nota: Son valores obtenidos del programa SPSS 25

Tabla 60: Medidas de Estadísticos descriptivos

Ho = Las medias son iguales en todos los grupos  
 Hi = Las medias son diferentes en todos los grupos  
 Significancia 0.05  
 $p < 0.05$  Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna  
 $0.514 > 0.05$  Se **ACEPTA** la hipótesis Nula y se **RECHAZA** la hipótesis Alterna

### Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
<b>1</b>	La distribución de Total es la misma entre las categorías de Tratamiento.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,514	Retener la hipótesis nula.

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

Nota: Son resultados obtenidos del programa SPSS 25

Para la evaluación de la hipótesis se considera las seis muestras ensayadas por porcentaje, así por el método de Kruskal-Wallis se obtiene una significación asintótica de valor de 0.514 que es mayor al valor de 0.05, esto nos indica que se rechaza la hipótesis alterna y por ende se acepta la hipótesis nula concluyendo que los las medias son iguales en todos los grupos para este ensayo.

## Ensayo de Resistencia a la tracción indirecta

Para los ensayos se realizaron secado de muestra para los 28 días

Tabla 61: Medidas de Estadísticos descriptivos

Estadísticos		
Tracción indirecta		
N	Válido	5
	Perdidos	0
Media		1,0924
Mediana		,9819
Desv. Desviación		,26630
Varianza		,071
Asimetría		1,730
Error estándar de asimetría		,913
Rango		,68
Mínimo		,86
Máximo		1,55

Nota: Son valores obtenidos del programa SPSS 25

Primero con el promedio de las seis mejores muestras de cada porcentaje se obtiene la media y la mediana de todos los resultados que se pueden observar en la tabla, la media con un valor de 1.0924 kg-f/cm<sup>2</sup> que es promedio de todas las muestras y la mediana con un valor de 0.9819 kg-f/cm<sup>2</sup> que representa el valor medio entre las muestras que tiene valores superiores e inferiores a este.

Mediante la tabla también se observa que la asimetría es positiva con valor de 1.730 demostrando que se presenta una asimetría positiva del mismo modo se puede observar que la mediana y la media son diferentes

Tabla 62: Límites de desviación

RESISTENCIA (kg-f/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO	LÍMITE MÁXIMO DESVIACIÓN (LMD)	LÍMITE MÍNIMO DESVIACIÓN (LmD)
1.546	1.092	1.359	0.826
1.096	1.092	1.359	0.826
0.982	1.092	1.359	0.826
0.973	1.092	1.359	0.826
0.865	1.092	1.359	0.826

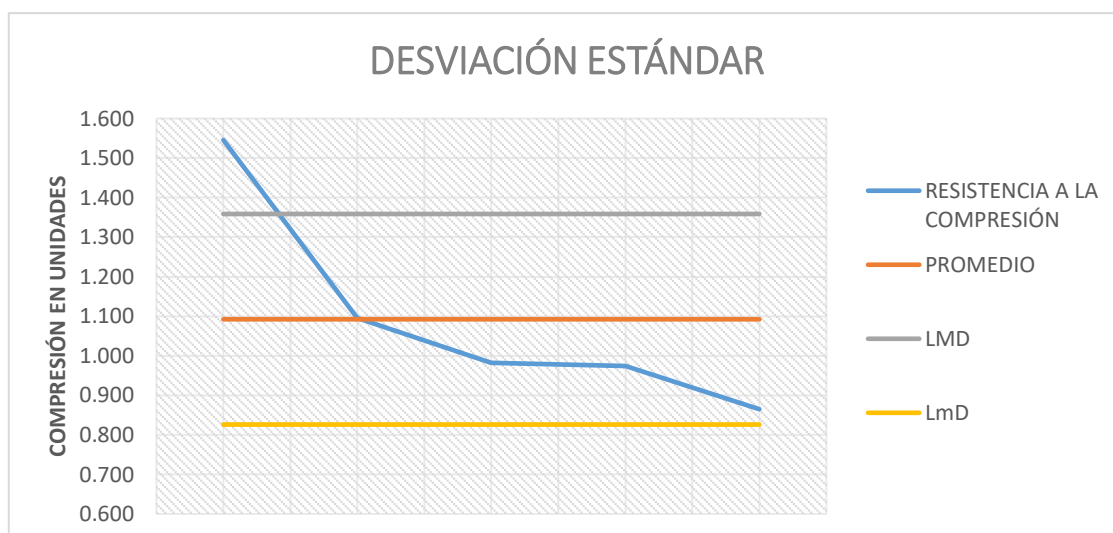


Figura 38: Gráfica de Desviación Estándar – Ensayo de tracción indirecta

Como se puede ver en la gráfica la línea marrón representa el promedio con un valor de 1.0924 kg-f/cm<sup>2</sup> que es la media. Los límites también graficados como LMD (Límite Máximo de desviación) que representa el límite superior de la desviación con un valor de 1.55 kg-f/cm<sup>2</sup>, mientras que como LmD (Límite Mínimo de desviación) que representa el límite inferior de la desviación con un valor de 0.86 kg-f/cm<sup>2</sup>.

También se muestra que solo hay un valor que se encuentra fuera del límite medio superior que es la muestra patrón que no está dentro de los valores normales obtenidos, mientras que los otros cuatro valores si se encuentran dentro de los límites.

Tabla 63: Muestras analizadas por porcentaje Kruskal-Wallis

#### Rangos

	Tratamiento	N	Rango promedio
Total	AdobePatrón	4	18,50
	Adobe0.25	4	13,50
	Adobe0.50	4	9,00
	Adobe0.75	4	7,75
	Adobe1.25	4	3,75
	Total		20

Nota: Son valores obtenidos del programa SPSS 25

Tabla 64: Medidas de Estadísticos descriptivos

<p>Ho = Las medias son iguales en todos los grupos          Hi = Las medias son diferentes en todos los grupos          Significancia 0.05  <math>p &lt; 0.05</math> Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna  <math>0.005 &lt; 0.05</math> Se <b>ACEPTA</b> la hipótesis Alterna y se <b>RECHAZA</b> la hipótesis Nula</p>
--

### Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Total es la misma entre las categorías de Tratamiento.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,005	Rechazar la hipótesis nula.

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

*Nota: Son resultados obtenidos del programa SPSS 25*

Para la evaluación de la hipótesis se considera los cuatro mejores valores de las seis muestras ensayadas por porcentaje, así por el método de Kruskal-Wallis se obtiene una significación asintótica de valor de 0.005 que es menor al valor de 0.05, esto nos indica que se rechaza la hipótesis nula y por ende se acepta la hipótesis alterna concluyendo que las medias son diferentes en todos los grupos para este ensayo.

#### Ensayo de Resistencia a la succión

Para los ensayos se realizó secado de muestra para los 28 días

Tabla 65: Medidas de Estadísticos descriptivos

Estadísticos		
Succión		
N	Válido	5
	Perdidos	0
Media		2,3145
Mediana		1,6024
Desv. Desviación		2,94715
Varianza		8,686
Asimetría		,352
Error estándar de asimetría		,913
Rango		6,95
Mínimo		-,90
Máximo		6,06

*Nota: Son valores obtenidos del programa SPSS 25*

Primero con el promedio de las seis mejores muestras de cada porcentaje se obtiene la media y la mediana de todos los resultados que se pueden observar en la tabla, la media con un valor de 2.3145 gr/200cm<sup>2</sup>/min que es promedio de todas las muestras y la mediana con un valor de 1,6024 gr/200cm<sup>2</sup>/min que representa el valor medio entre las muestras que tiene valores superiores e inferiores a este.

Mediante la tabla también se observa que la asimetría es positiva con valor de 0.352 demostrando que se presenta una asimetría positiva del mismo modo se puede observar que la mediana y la media son diferentes.

Tabla 66: Límites de desviación

RESISTENCIA (kg-f/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO	LÍMITE MÁXIMO DESVIACIÓN (LMD)	LÍMITE MÍNIMO DESVIACIÓN (LmD)
-0.895	2.315	5.262	-0.633
0.178	2.315	5.262	-0.633
1.602	2.315	5.262	-0.633
4.631	2.315	5.262	-0.633
6.056	2.315	5.262	-0.633

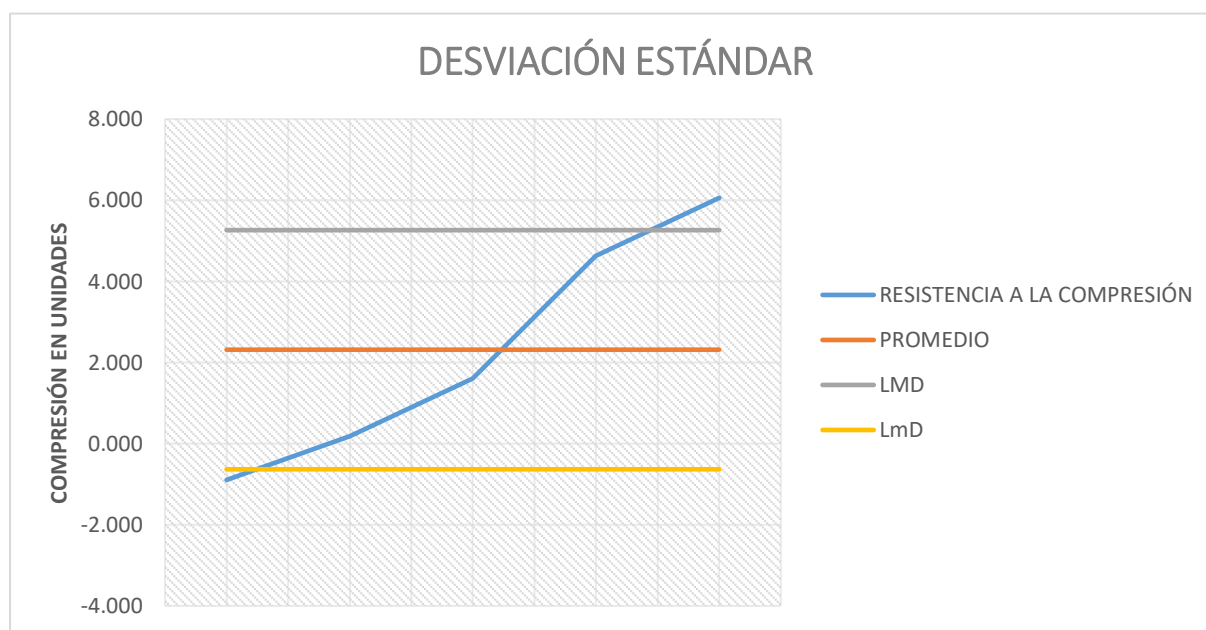


Figura 39: Gráfica de Desviación Estándar –Ensayo de Succión

Como se puede ver en la gráfica la línea marrón representa el promedio con un valor de 2.3145 gr/200cm<sup>2</sup>/min que es la media. Los límites también graficados como LMD (Límite Máximo de desviación) que representa el límite superior de la desviación con un valor de 6.06 gr/200cm<sup>2</sup>/min mientras que como LmD (Límite Mínimo de desviación) que representa el límite inferior de la desviación con un valor de -0.90 gr/200cm<sup>2</sup>/min.

También se muestra que hay dos valores que se encuentra fuera del límite medio superior que es la muestra adicionando patrón y muestra adicionando 1.25% de fibra de enea que no está

dentro de los valores normales obtenidos, mientras que los otros tres valores si se encuentran dentro de los límites.

Tabla 67: Muestras analizadas por porcentaje Kruskal-Wallis

Rangos			
	Tratamiento	N	Rango promedio
Total	AdobePatrón	5	4,30
	Adobe0.25	5	6,70
	Adobe0.50	5	13,00
	Adobe0.75	5	18,00
	Adobe1.25	5	23,00
	Total	25	

Nota: Son valores obtenidos del programa SPSS 25

Tabla 68: Medidas de Estadísticos descriptivos

Ho = Las medias son iguales en todos los grupos  
 Hi = Las medias son diferentes en todos los grupos  
 Significancia 0.05  
 $p < 0.05$  Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna  
 **$0.000 < 0.05$  Se ACEPTA la hipótesis Alterna y se RECHAZA la hipótesis Nula**

### Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Total es la misma entre las categorías de Tratamiento.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

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

Nota: Son resultados obtenidos del programa SPSS 25

Para la evaluación de la hipótesis se considera las cinco muestras ensayadas por porcentaje, así por el método de Kruskal-Wallis se obtiene una significación asintótica de valor de 0.00 que es menor al valor de 0.05, esto nos indica que se acepta la hipótesis alterna y por ende se rechaza la hipótesis nula concluyendo que los las medias son diferentes en todos los grupos para este ensayo.

### Ensayo de Resistencia a la compresión en pilas

Para los ensayos se realizaron secado de muestra para los 28 días

Tabla 69: Medidas de Estadísticos de frecuencia

Estadísticos		
Compresiónfilas		
N	Válido	2
	Perdidos	0
Media		6,8713
Mediana		6,8713
Desv. Desviación		,52378
Varianza		,274
Rango		,74
Mínimo		6,50
Máximo		7,24

Nota: Son valores obtenidos del programa SPSS 25

Primero con el promedio de las cuatro mejores muestras de cada porcentaje se obtiene la media y la mediana de todos los resultados que se pueden observar en la tabla, la media con un valor de 6.8713 kg-f/cm<sup>2</sup> que es promedio de todas las muestras y la mediana con un valor de 6.8713 kg-f/cm<sup>2</sup> que representa el valor medio entre las muestras.

Del mismo modo se puede observar que la mediana y la media son iguales, ya que para este ensayo solo se utilizaron dos tipos de muestras.

Tabla 70: Límites de desviación

RESISTENCIA (kg-f/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO	LÍMITE MÁXIMO DESVIACIÓN (LMD)	LÍMITE MÍNIMO DESVIACIÓN (LmD)
7.242	6.8713	7.395	6.348
6.501	6.8713	7.395	6.348

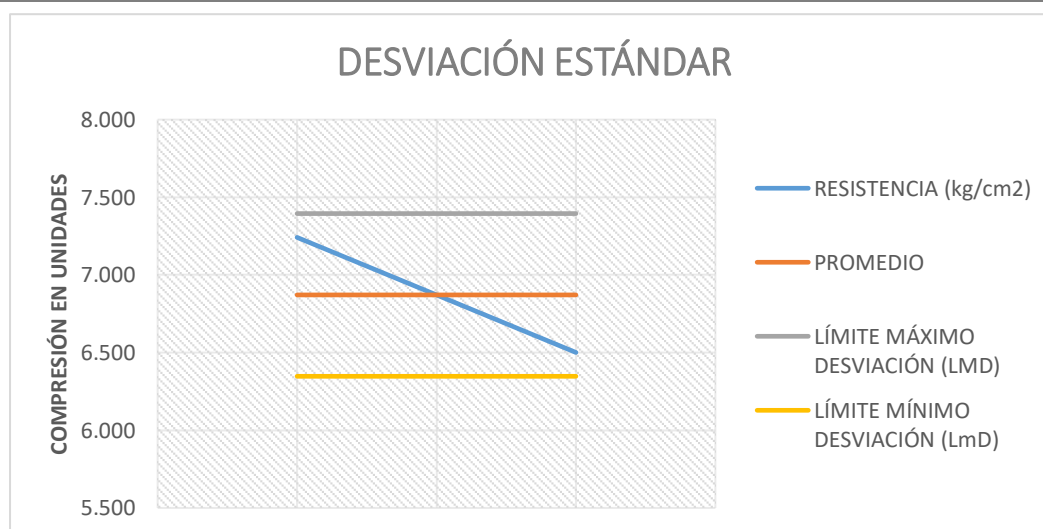


Figura 40: Gráfica de Desviación Estándar –Ensayo de compresión en pilas

Como se puede ver en la gráfica la línea marrón representa el promedio con un valor de 6.8713 kg-f/cm<sup>2</sup> que es la media. Los límites también graficados como LMD (Límite Máximo de desviación) que representa el límite superior de la desviación con un valor de 7.24 kg-f/cm<sup>2</sup>, mientras que como LmD (Límite Mínimo de desviación) que representa el límite inferior de la desviación con un valor de 6.50 kg-f/cm<sup>2</sup>.

También se muestra que los valores se encuentran dentro de los límites.

*Tabla 71: Muestras analizadas por porcentaje Kruskal-Wallis*

<b>Rangos</b>			
	Tratamiento	N	Rango promedio
Total	AdobePatrón	4	6,50
	Adobe0.25	4	2,50
Total		8	

*Nota: Son valores obtenidos del programa SPSS 25*

*Tabla 72: Medidas de Estadísticos descriptivos*

Ho = Las medias son iguales en todos los grupos  
 Hi = Las medias son diferentes en todos los grupos  
 Significancia 0.05  
 $p < 0.05$  Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna  
**0.021 < 0.05 Se ACEPTA la hipótesis Alterna y se RECHAZA la hipótesis Nula**

### Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
<b>1</b>	La distribución de Total es la misma entre las categorías de Tratamiento.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,021	Rechazar la hipótesis nula.

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

*Nota: Son resultados obtenidos del programa SPSS 25*

Para la evaluación de la hipótesis se considera los cuatro mejores valores de las seis muestras ensayadas por porcentaje, así por el método de Kruskal-Wallis se obtiene una significación asintótica de valor de 0.021 que es menor al valor de 0.05, esto nos indica que se rechaza la hipótesis nula y por ende se acepta la hipótesis alterna concluyendo que los las medias son diferentes en todos los grupos para este ensayo.

## Ensayo de Resistencia a la compresión diagonal en murete

Para los ensayos se realizaron secado de muestra para los 28 días.

Tabla 73: Medidas de Estadísticos de frecuencia

Estadísticos		
Compresión diagonal		
N	Válido	2
	Perdidos	0
Media		,3062
Mediana		,3062
Desv. Desviación		,06799
Varianza		,005
Rango		,10
Mínimo		,26
Máximo		,35

Nota: Son valores obtenidos del programa SPSS 25

Primero con el promedio de las cuatro mejores muestras de cada porcentaje se obtiene la media y la mediana de todos los resultados que se pueden observar en la tabla, la media con un valor de 0.3062 kg-f/cm<sup>2</sup> que es promedio de todas las muestras y la mediana con un valor de 0.3062 kg-f/cm<sup>2</sup> que representa el valor medio entre las muestras que tiene valores superiores e inferiores a este.

Del mismo modo se puede observar que la mediana y la media son iguales, ya que para este ensayo solo se utilizaron dos tipos de muestras.

Tabla 74: Límites de desviación

RESISTENCIA (kg-f/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO	LÍMITE MÁXIMO DESVIACIÓN (LMD)	LÍMITE MÍNIMO DESVIACIÓN (LmD)
0.354	0.306	0.374	0.238
0.258	0.306	0.374	0.238

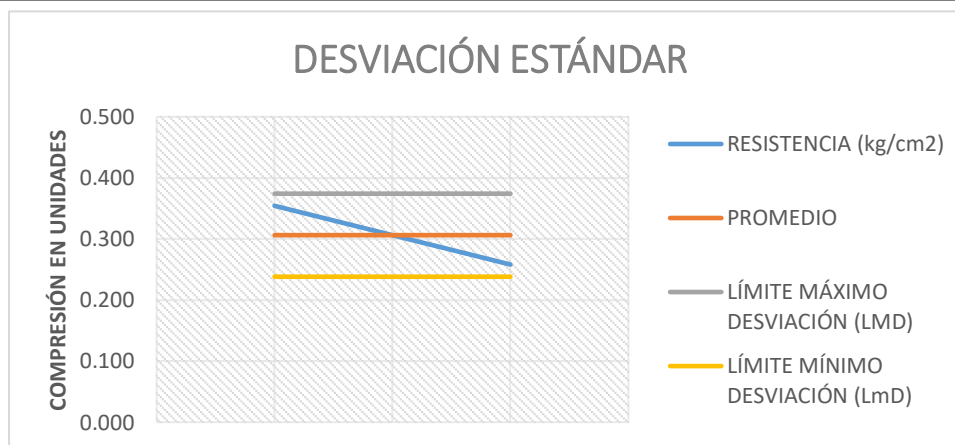


Figura 41: Gráfica de Desviación Estándar –Ensayo de compresión

Como se puede ver en la gráfica la línea marrón representa el promedio con un valor de 0.3062 kg-f/cm<sup>2</sup> que es la media. Los límites también graficados como LMD (Límite Máximo de desviación) que representa el límite superior de la desviación con un valor de 0.35 kg-f/cm<sup>2</sup>, mientras que como LmD (Límite Mínimo de desviación) que representa el límite inferior de la desviación con un valor de 0.26 kg-f/cm<sup>2</sup>.

También se muestra que los valores se encuentran dentro de los límites.

Tabla 75: Muestras analizadas por porcentaje Kruskal-Wallis

Rangos			Rango promedio
Tratamiento	N		
Total	AdobePatrón	4	6,50
	Adobe0.25	4	2,50
	Total	8	

Nota: Son valores obtenidos del programa SPSS 25

Tabla 76: Medidas de Estadísticos descriptivos

Ho = Las medias son iguales en todos los grupos  
 Hi = Las medias son diferentes en todos los grupos  
 Significancia 0.05  
 $p < 0.05$  Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna  
**0.021 < 0.05 Se ACEPTA la hipótesis Alterna y se RECHAZA la hipótesis Nula**

### Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
<b>1</b>	La distribución de Total es la misma entre las categorías de Tratamiento.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,021	Rechazar la hipótesis nula.

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

Nota: Son resultados obtenidos del programa SPSS 25

Para la evaluación de la hipótesis se considera los cuatro mejores valores de las seis muestras ensayadas por porcentaje, así por el método de Kruskal-Wallis se obtiene una significación asintótica de valor de 0.021 que es menor al valor de 0.05, esto nos indica que se rechaza la hipótesis nula y por ende se acepta la hipótesis alterna concluyendo que los las medias son diferentes en todos los grupos para este ensayo

## **Discusión**

Mediante la experimentación de diferentes ensayos de acuerdo a la norma E080, NTP 399.613 adaptado a adobes y ASTM C67, estudio de muestras y análisis de los resultados de los ensayos de la presente investigación, se puede decir que la adición de fibra de enea en las dosificaciones de 0.25%, 0.5%, 0.75% y 1.25% en peso como adición a la tierra reforzada no mejora las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada, sin embargo, para los resultados de succión y flexión en el porcentaje de 0.5% tiene resultados positivos.

Se puede decir que la adición de 0.5% de fibra es la que influye de mejor manera frente a los demás porcentajes de fibra de enea.

## **Ensayos in Situ**

Según el objetivo específico de Clasificar el tipo de suelo mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) de la cantera de suelo que se va a trabajar, se obtuvieron los primeros resultados in situ haciendo una comparativa entre tres diferentes tipos de tierra de diferentes lugares de la región Lambayeque en base a antecedentes, para la primera experimentación se realizó la “Prueba de cinta de barro” que se representa en la Tabla 12 obteniendo resultados positivos la tierra que proviene de Túcume donde la cinta de barro tiene una longitud de 10 a 20 cm, del mismo modo la “Prueba de presenta de Arcilla” que se representa en la Tabla 13 del mismo modo que la prueba anterior teniendo resultados positivos la tierra de Túcume que no se rompe ante la presión, para la tercera experimentación se realiza la “Prueba de la botella” que se representa en la Tabla 14 que se puede identificar los porcentajes de arcilla, arena y limo y finalmente se realiza la “Pruebas de Solidez” que los resultados de solidez de la tierra que proviene de Túcume al momento de caída que las partículas deben de ser grandes representadas en la Tabla 15. Se concluye que la tierra de la zona de Túcume es la correcta mediante las pruebas in situ para ser la que se utilizará para la realización de Adobes. Con estos resultados se afirman que la tierra utilizada va de acuerdo a la Norma de Edificaciones E080: Diseño y construcción con tierra reforzada [20], Manual para la construcción de viviendas de Adobe [34] y Pruebas de resistencia y calidad del suelo para la elaboración del bloque de adobe suelo cemento en la construcción de viviendas mínimas unifamiliares en el Municipio de San Rafael del Sur Comunidad La Gallina [35] cuya base teórica nos indica los resultados que deben de tener las pruebas in situ de la tierra a trabajar para que puedan tener resultados óptimos en la experimentación como es la prueba de “Prueba de cinta de barro” que la cinta debe de tener medidas de 10 a 20 cm, si esta tiene menos longitud tiene poca arcilla, mientras que si tiene mayor longitud se presenta mucha cantidad de arcilla, para la siguiente

prueba de “Prueba de presenta de Arcilla” se tiene que escoger la zona donde las cuatro bolitas de tierra frente a la presión de las manos no se rompa, para la prueba de “Prueba de la botella” se debe de considera que la cantidad de arena debe de ser 1.5 a 3 veces la cantidad de arcillas y limos. Finalmente, la “Pruebas de Solidez” nos indica que la tierra al momento de soltarla en una altura de un metro aproximadamente los pedazos que surgen en su rotura deben de ser grandes.

### **Ensayos de laboratorio para caracterizar el suelo**

Según el objetivo específico de Clasificar el tipo de suelo mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) de la cantera de suelo que se va a trabajar, después de escoger la tierra proveniente de Túcume por el cumplimiento de las pruebas in situ se procede a realizar las pruebas de laboratorio, los resultados obtenidos fueron los siguientes: Para el peso específico se realizó dos ensayos para la muestra considerando un promedio de  $2.53 \text{ g/cm}^3$  que representa el peso que tiene la tierra frente al volumen que ocupa representado en la Tabla 16.

Mientras que para el contenido de humedad se tiene un resultado de 6.11% propio de la zona de Túcume ya que es un lugar cercano a la tierra de cultivo, este dato será necesario para saber la cantidad de humedad necesaria para realizar las muestras representado en la Tabla 17.

Para los límites de Atterberg: se tiene un resultado de 27.11 para el límite líquido y para el límite plástico se tiene un valor de 16.11 considerando así finalmente que tiene un índice de plasticidad de 11.09. Finalmente, se colocaron valores en la curva de fluidez, teniendo como resultado una ecuación de regresión  $y = -2.232n(x) + 34.478$  representado en la Tabla 18.

Para la granulometría se realiza por tamizado de acuerdo a los tamices de la norma, este ensayo es necesario junto a los anteriores para poder clasificar el tipo de suelo por SUCS y AASHTO. Concluyendo que el tipo de tierra es CL – Arcilla de baja plasticidad con arena y clasificado en A-6 (8) Suelo Arcilloso representado en la Tabla 19 y Tabla 20.

Datos que al ser comparados con los resultados de Sandoval [17] en su tesis titulada “Evaluación de la erosión y la resistencia del adobe adicionado con cenizas de carbón y cal” quien obtuvo buenos resultados de resistencia mínimas de las muestras de tierra patrón, y cuyos ensayos de laboratorio para caracterizar la tierra dieron como resultados un tipo de Tierra CL y A-6 suelos arcillosos que tiene la misma clasificación de tierra que la de la presente investigación, ya que los dos se realizaron en el distrito de Túcume.

Con estos resultados se afirman que la tierra utilizada va de acuerdo al informe Materiales para edificaciones de adobe [50] que este manual nos indica las características que debe de tener la tierra para proporcionar buenos resultados: El límite líquido debe de estar en un valor de 20 a 30 porque si se encuentra por debajo de 20 se considera un suelo cohesivo (en este estudio con

un valor de 27.11) , mientras que el límite plástico debe de ser menor a 20 (en este estudio con un valor de 11.09).

### **Ensayo Químico del agua para la elaboración de unidades de tierra reforzada**

Según el objetivo específico de Analizar las características del agua utilizada para la elaboración de las unidades de tierra reforzada mediante un análisis químico, el agua utilizada para los adobes se obtiene de un pozo cercano al lugar de fabricación por temas de costo además de ser más fácil para el trabajar, por eso al ser un agua de origen no conocido se vio necesario la evaluación de sus propiedades químicas para reconocer si sus valores pueden influir de algún modo con la resistencia de las unidades. En cuanto a sus resultados en la Tabla 22 se tuvo que la cantidad de sulfatos que tenía esta agua era de 85.61 ppm, para la cantidad de cloruros la cantidad es de 118.96 ppm y para el Ph se tuvo un nivel de potencial de hidrógeno de 7.71.

Datos que al ser comparados con los resultados de Campos [51] en su tesis titulada “Estudio de la resistencia a la compresión y permeabilidad en unidades de albañilería de tierra reforzada con estiércol de *Equus asinus* y estearato de calcio” quien realizó también un análisis químico del agua a utilizar obteniendo valores positivos cuando se realizaron ensayos a las muestras y cuyos resultados fueron que la cantidad de sulfatos que tenía esta agua era de 345.6 mg/L, para la cantidad de cloruros la cantidad es de 14.4 mg/L y para el PH se tuvo un nivel de potencial de hidrógeno de 7.79.

Con estos resultados se afirman que el análisis químico del agua no supera las cantidades máximas propuestas por las normas de Método de prueba estándar para iones sulfato en agua ASTM D 516 [23] , Métodos de prueba estándar para iones cloruro en agua ASTM D 512 [24] y Métodos de prueba estándar para el pH del agua ASTM D 1293 [25] que va enfocada al concreto pero que se puede adaptar para materiales de construcción cuyos parámetros nos dicen que la cantidad de sulfatos debe ser menor de 600 ppm, mientras que la cantidad de cloruros debe de ser menor a 1000 ppm y el Ph debe de estar entre 5.5 a 8.0. Finalmente se puede decir que los valores obtenidos en esta investigación están dentro de los parámetros.

### **Ensayos Físico/Químico de fibra de Enea**

Según el objetivo específico de Analizar las propiedades físicas de las fibras de enea mediante ensayos de laboratorio, los resultados obtenidos nos ayudan a correlacionar las características internas que tiene la fibra con respecto a los ensayos que se van a realizar. Entre las principales características de la Tabla 21 se tiene resultados acerca de la fibra como: Propiedades físicas con una resistencia a la compresión de de 1.43 N/mm<sup>2</sup>, resistencia a la tracción con 82.03 Mpa, densidad de 18 g/cm<sup>3</sup>, humedad de 11.63 % y cenizas de 35.36 %.

Estos datos son comparados con la investigación de Mortazavi [29] en su artículo: “Introduction of a new vegetable fiber for textile applications. Journal of Applied Polymer Science” cuya investigación se realizó en el 2009 investigando las características de la Typha como planta con resultados de densidad de la hoja que ronda  $1.26 \text{ g/cm}^3$  y una resistencia a la tracción de 25–40 cN/tex.

### **Resistencia a la compresión en unidades**

Según el objetivo específico de Evaluar la resistencia a la compresión de las unidades de tierra reforzada para las dosificaciones de fibra de enea de: 0.25, 0.50, 0.75 y 1.25%, los resultados obtenidos en la Tabla 23 nos indica que la adición de fibra de enea influye de manera negativa en todos los porcentajes, sin embargo, siguen siendo unidades que se pueden usar para la construcción de acuerdo a la norma E080. Entre los valores que se obtuvieron fueron que la unidad patrón muestra un valor de  $12.588 \text{ kg-f/cm}^2$ . En comparación cuando se le agregó la fibra de enea influye de manera negativa disminuyendo en porcentajes -13.57%, -10.21%, -20.68% y -18.32% respectivamente. Se concluye que la adición de 0.5% de fibra de enea es la que menos reduce en comparación con los demás porcentajes.

Del mismo modo estos resultados también se comparan con los obtenidos por Oscoco [52] en su tesis titulada: “Incorporación de la fibra de totora en el barro para mejorar el comportamiento físico y mecánico del adobe, Andahuaylas 202” quien añadió fibra de totora a las unidades de tierra reforzada en porcentajes de 1%, 3% y 5% comparado con el adobe patrón resultando resultados positivos que cumplen con la resistencia última con valores de  $25.91 \text{ kg-f/cm}^2$ ,  $27.47 \text{ kg-f/cm}^2$  y  $27.77 \text{ kg-f/cm}^2$  respectivamente comparado con el adobe patrón con valor de  $22.55 \text{ kg-f/cm}^2$ . Estos valores indican que para estas circunstancias y en estos porcentajes la fibra de totora trae mejoras en la resistencia a compresión.

Del mismo modo estos resultados también se comparan con los obtenidos por Calisaya y Gómez [16] en su tesis titulada: “Propuesta de elaboración de un bloque de adobe incorporando fibras de totora y aglutinante de cal para reducir la capacidad de absorción de agua de las viviendas en Ajuyani, Puno” quien añadió fibra de totora en porcentaje de 1.5% junto a un estabilizante como la cal en 5% y 10% al adobe demostrando que tiene resultados adversos comparado con el adobe sin embargo sigue cumpliendo con las resistencia última que debe de tener para que cumpla con la norma E080. En sus resultados obtuvo que la muestra patrón tuvo una resistencia última de  $16.12 \text{ kg-f/cm}^2$ , mientras que la adición de 1.5% de fibra de totora con 5% de cal tuvo resistencia última de valor de  $13.82 \text{ kg-f/cm}^2$  y la adición de 1.5% de fibra de totora con 10% de cal tuvo resistencia última de valor de  $12.93 \text{ kg-f/cm}^2$ . Estos resultados nos hacen concluir que algunos tipos de fibra hacen que disminuya la densidad de los bloques de adobe

teniendo una relación que al disminuir su densidad también disminuye su resistencia a la compresión.

Con estos se afirma que la Norma E080 [20] plantea resultados mínimos que las muestras deben de cumplir de una resistencia última de 10.2 kg-f/cm<sup>2</sup> para que se pueda considerar que el material se puede utilizar en construcción, estos resultados obtenidos en la investigación y presentados en los párrafos anteriores nos hacen concluir que para todas las dosificaciones y para el adobe patrón superan las resistencias últimas.

### **Resistencia a la tracción en unidades**

Según el objetivo específico de Evaluar la resistencia a la tracción de las unidades de tierra reforzada para las dosificaciones de fibra de enea de: 0.25, 0.50, 0.75 y 1.25%, los resultados obtenidos en la Tabla 24 nos indica que la adición de fibra de enea influye de manera negativa en todos los porcentajes, sin embargo, siguen siendo unidades que se pueden usar para la construcción de acuerdo a la norma E080. Entre los valores que se obtuvieron fueron que la unidad patrón muestra un valor de 1.546 kg-f/cm<sup>2</sup>. En comparación cuando se le agregó la fibra de enea influye de manera negativa disminuyendo en porcentajes de -29.11%, -36.48%, -37.02% y -44.05% respectivamente observándose que con el aumento de fibra de enea la resistencia va disminuyendo. Se concluye que la adición de 0.25% de fibra de enea es la que menos reduce en comparación con los demás porcentajes.

Del mismo modo estos resultados también se comparan con los obtenidos por Calisaya y Gómez [16] en su tesis titulada: “Propuesta de elaboración de un bloque de adobe incorporando fibras de totora y aglutinante de cal para reducir la capacidad de absorción de agua de las viviendas en Ajuyani, Puno” quién añadió fibra de totora en porcentaje de 1.5% junto a un estabilizante como la cal en 5% y 10% al adobe demostrando que tiene resultados adversos comparado con el adobe sin embargo sigue cumpliendo con las resistencia última que debe de tener para que cumpla con la norma E080. En sus resultados obtuvo que la muestra patrón tuvo una resistencia última de 4.242 kg-f/cm<sup>2</sup>, mientras que la adición de 1.5% de fibra de enea con 5% de cal tuvo resistencia última de valor de 1.592 kg-f/cm<sup>2</sup> y la adición de 1.5% de fibra de enea con 10% de cal tuvo resistencia última de valor de 1.250 kg-f/cm<sup>2</sup>. Es necesario informar que el autor de la presente tesis no realizó el ensayo brasileño para obtener los datos, si no realizó un ensayo de flexo tracción normalizado por la INN que al final en sus resultados tuvo una comparativa con la resistencia última de la norma E080.

Con estos se afirma que la Norma E080 [20] plantea resultados mínimos que las muestras deben de cumplir de una resistencia última de 0.81 kg-f/cm<sup>2</sup> para que se pueda considerar que el material se puede utilizar en construcción, estos resultados obtenidos en la investigación y

presentados en los párrafos anteriores nos hacen concluir que para todas las dosificaciones y para el adobe patrón superan las resistencias últimas.

### **Resistencia a la flexión en unidades**

Según el objetivo específico de Evaluar la resistencia a la flexión de las unidades de tierra reforzada para las dosificaciones de fibra de enea de: 0.25, 0.50, 0.75 y 1.25% los resultados obtenidos en la Tabla 25 nos indica que la adición de fibra de enea influye de manera que el punto máximo de mejora es cuando se le agrega 0.50% del aditivo aumentando en un 21.61% con respecto a la muestra patrón, a partir de este porcentaje la resistencia última va bajando con el porcentaje de 0.75% que si mejora pero en un porcentaje bajo de 0.98% hasta la incorporación de 1.25% que ya influye de manera negativa disminuyendo el porcentaje en 13.13%.

Del mismo modo estos resultados también se comparan con los obtenidos por Ruiz [53] en su tesis titulada: “Resistencia a la compresión y flexión de adobes producidos con viruta y acícula de pino, Chachapoyas, 2021” quién concluyó que la adición de acícula de pino en porcentajes de 15%, 20% y 30% obtiene resultados positivos y similares a los obtenidos en esta investigación con valores de 4.63 kg-f/cm<sup>2</sup>, 5.98 kg-f/cm<sup>2</sup> y 7.13 kg-f/cm<sup>2</sup> respectivamente, además de que el autor desde antecedente afirma que el aumento de adición aumenta de manera directamente proporcional a los resultados de resistencia a flexión.

Estos resultados se pueden contrastar con los encontrados por Illanes y Santa María [54] en su tesis titulada: “Diseño y evaluación de unidades de adobe estabilizado con mucílago de cactus y fibra de cabuya para mejorar la resistencia a compresión, flexión y reducir la absorción del agua en el distrito de Tapo, provincia Tarma, departamento de Junín” quién concluyó que la adición de fibra de cabuya y mucílago de cactus influyen de manera positiva teniendo como máximo resultado la adición de 2% que aumenta en un 17.38% con respecto al adobe patrón con tierra cernida, estos resultados parecidos a la fibra de enea que también es una fibra natural con un aumento para la adición de 0.5%.

Estos resultados también se comparan con los obtenidos por Medina [55] en su tesis titulada: “Resistencia a compresión y flexión de bloques de adobe compactado con adición de vaina de bambú, Cajamarca, 2022” quien concluyó que la adición de vaina de bambú trae mejoras en la resistencia a la flexión de las unidades de adobe, estos ensayos se realizaron con tres longitudes de fibra de 4, 5 y 6 cm y tres distintos porcentajes de 0,5%, 0,75% y 1,0%. Para finalizar se tiene que la máxima resistencia a la flexión se tuvo cuando se utilizó vaina de bambú en medida de 5 cm en porcentaje de 0.75% del aditivo con un resultado de 19,40 kg-f/cm<sup>2</sup> comparado con la resistencia de la muestra patrón que tiene resistencia última de 8,47 kg-f/cm<sup>2</sup> en este estudio se puede observar que las adiciones casi dan un doble de resistencia al adobe.

No hay resistencia a la flexión mínima o máxima que debe tener las unidades de tierra reforzada, sin embargo, la norma ASTM C67 y la NTP 399.613 adaptados al adobe nos presenta los materiales, equipos y acciones de experimentación para poder llegar a tener los resultados finales

### **Absorción en unidades**

Según el objetivo específico de Evaluar la permeabilidad de las unidades de tierra reforzada a través del ensayo adaptado de absorción para las dosificaciones de fibra de enea de: 0.25, 0.50, 0.75 y 1.25% los resultados obtenidos en la Tabla 26 a la Tabla 30 nos indica que no se puede considerar estos datos por que al momento de sumergir el adobe por 24 horas pierde sus propiedades, forma y volumen siendo imposible medir la cantidad de agua que absorbe. Estos resultados se dan tanto para las unidades patrón como con las unidades adicionando fibra de enea, se trató de emular la absorción a los 3 minutos para poder considerar valores, sin embargo, no había base normativa para realizar estas acciones por ende se plantea la evaluación de ensayo de succión a las unidades para poder llegar al objetivo.

Estos resultados se pueden contrastar con los encontrados por Chávez y Alva [15] en su artículo titulado: “Propiedades físicas y mecánicas del adobe compactado con incorporación de fibras de coco” quién concluyó que tampoco pudo obtener resultados de absorción en las unidad debido a que no aguantaron el sumergimiento por tanto tiempo en el agua, esta investigación se realizó adicionando fibra de coco en porcentajes de 0.25%,0.5% y 0.75% muy parecidos los porcentajes a los que se realizaron en esta investigación.

Del mismo modo estos resultados también se comparan con los obtenidos por García [56] en su tesis titulada: “Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del adobe de arcilla con adición de fibra de coco, Chimbote – 2022” quién concluyó que no se puede medir la cantidad de absorción de las muestras tanto para la muestra patrón como para la adición de 0.5%,0.75% y 1% de fibra de coco, lo que realizó el investigador es medir el tiempo que tardó el adobe en desmoronarse totalmente con resultados que el tiempo aumenta con el aumento de fibra.

Estos resultados también se comparan con los obtenidos por Bejar [57] en su tesis titulada: “Evaluación de las propiedades físico mecánicas en adobes empleando fibra seca de retama y fibra de yute, Ayacucho – 2022” quien concluyó que la muestra patrón y la adición de 1.75%, 1.90%, 2.20%, 2.30% y 2.45% de fibra de retama y fibra de yute no pudieron soportar la absorción por 24 horas debido a que se desintegran, por eso el autor tomó la decisión de tomar la absorción a las 12 horas de sumergimiento teniendo resultados positivos.

No hay absorción mínima o máxima que debe tener las unidades de tierra reforzada, sin embargo, la norma ASTM C67 y la NTP 399.613 adaptados al adobe nos presenta los

materiales, equipos y acciones de experimentación para poder llegar a tener los resultados finales.

### **Succión en unidades**

Según el objetivo específico de Evaluar la permeabilidad de las unidades de tierra reforzada a través del ensayo adaptado de absorción para las dosificaciones de fibra de enea de: 0.25, 0.50, 0.75 y 1.25%, después de analizar los ensayos a absorción se ve necesario realizar los ensayos de succión para las diferentes muestras y los resultados obtenidos en la Tabla 31 a la Tabla 35 nos indica que el grado de succión va aumentando de manera directamente proporcional con el aumento de la fibra dentro de los porcentajes escogidos, con característica que las muestras de las unidades de tierra patrón tiene una succión negativo debido a que pierde material con un valor de  $-0.895 \text{ g/min}/200 \text{ cm}^2$ , mientras que el que tiene mejores resultados es la adición de 1.25% de fibra de enea aumentando en un 776.35% y la adición de 0.5% de fibra de enea que en el trabajo se considera la adición óptima aumentando en un 278.95% comparado con el adobe patrón.

Estos resultados se pueden contrastar con los encontrados por Vásquez y otros [13] en su artículo titulado: “Analysis of the physical and mechanical properties of adobe with the addition of sugarcane bagasse” quién concluyó que la adición en porcentajes de 0.5%, 2.0% y 3.0% de fibra de bagazo de caña aumenta la succión de las muestras de adobe con respecto a las muestras patrón, se tiene como máxima succión la adición de 3% de fibra de bagazo de caña con resultados de 1.36% que comparado con la succión promedio aumenta en un 126.67.

Del mismo modo estos resultados también se comparan con los obtenidos por Carbajal [58] en su tesis titulada: “Influencia de la paja de trigo en el adobe sobre, la succión, compresión y flexión en el distrito de Santiago de Chuco – La Libertad, 2021” quién concluyó que la adición en porcentajes de 1.0%, 3.0% y 5.0% de paja de trigo aumenta la succión de las muestras de adobe con respecto a las muestras patrón, se tiene como máxima succión la adición de 5% del aditivo con un aumento del 507.80%, estos resultados de aumento de más del 500% es muy parecido a los obtenidos en esta investigación.

Estos resultados también se comparan con los obtenidos por Bejar [59] en su tesis titulada: “Fibras de Coco y su Influencia en Las Propiedades Físico-Mecánicas del Adobe, Chiclayo - 2021” quien concluyó que la adición de fibra de coco aumenta la succión de los adobes con un máximo de  $22.4 \text{ g}/200\text{cm}^2/\text{min}$  para la adición de 4% del aditivo, esto nos indica que en general las fibras naturales aumentan la succión de las unidades de adobe sin importar si la muestra patrón presenta pérdida de material.

No hay succión mínima o máxima que debe tener las unidades de tierra reforzada, sin embargo, la norma ASTM C67 y la NTP 399.613 adaptados al adobe nos presenta los materiales, equipos y acciones de experimentación para poder llegar a tener los resultados finales.

### **Comparación económica de unidades patrón vs unidad adicionando fibra de enea**

Según el objetivo específico de Comparar el precio unitario de una unidad patrón en comparación de la adición de las diferentes dosificaciones se realizó la comparación económica de elaboración de unidades, elaboración de  $m^2$  de muro y elaboración por millares se puede tener una conclusión que la adición de fibra aumenta un poco el precio final pero también es necesario reconocer que la fibra de enea es un material muy común en cualquier parte del Perú debido que se encuentra en drenes o carreteras de ciudades además de su fácil transporte y fácil tratamiento de corte y de mezclado, por ende se tiene que la adición de fibra de enea aumenta económicamente el precio de los adobes.

Estos datos pueden ser comparados con los datos realizados por Chilon [60] en su tesis “Evaluación de las propiedades físico mecánicas de unidades de tierra reforzada incorporando acículas de pináceas y celulosa de cartón reciclado” que realizó una evaluación económica comparando la unidad patrón frente a las unidades adicionando acículas de pináceas y celulosa de cartón reciclado que son dos materiales de fácil adquisición; la primera es una planta que dependiendo de la zona hay en abundancia mientras que la segunda es un material que se puede obtener del proceso de reciclaje. Los resultados que tuvo es que esta adición aumenta en 5.3% al comparar los muros por  $m^2$  que es parecido a la realizada en esta investigación, recalcando que son dos materiales frente a uno además de ser un material que depende de la zona y el otro en algunos casos puede ser un tratamiento diferente.

### **Resistencia a la compresión en pilas**

Según el objetivo específico de Evaluar la resistencia a la compresión en pilas conformados por unidades de tierra reforzada con respecto al porcentaje óptimo y las muestras patrón, los resultados obtenidos en la Tabla 46 y Tabla 47 nos indica que la adición de fibra de enea influye de manera negativa en el porcentaje óptimo del 0.5% luego de ser escogido por la comparativa de los ensayos anteriores que representa una disminución del -10.229% en comparación con el adobe patrón. Estos resultados tienen correlación con los obtenidos por la compresión y tracción de unidades que también disminuye su resistencia con la incorporación de la fibra de enea.

Del mismo modo estos resultados también se comparan con los obtenidos por Franco y Montoya [61] en su tesis titulada: “Evaluación de las propiedades mecánicas del adobe utilizando fibras de totora en el centro poblado San Isidro - Provincia de Cañete” quien en su investigación hizo la comparativa de la adición de 0.7% de fibra de enea comparada con el

adobe patrón demostrando que con estas variables la fibra de enea influye de manera positiva aumentando su resistencia a la compresión en pilas con valores de: Adobe patrón con resistencia de 6.328 kg-f/cm<sup>2</sup> y adobe adicionando con resistencia de 6.734 kg-f/cm<sup>2</sup> cumpliendo con la resistencia última propuesta por la norma E080.

Del mismo modo estos resultados también se comparan con los obtenidos por Cárdenas y García [62] en su tesis titulada: “Estudio de las propiedades físico-mecánicas del adobe incorporando tereftalato de polietileno y paja de trigo, Huamanga – Ayacucho, 2023” quién añadió paja de trigo y tereftalato de polietileno y al adobe demostrando que tiene que influye de manera positiva y negativa dependiendo del porcentaje comparado con el adobe patrón; estos resultados cumplen con la resistencia última. En sus resultados obtuvo que la muestra patrón tuvo una resistencia última promedio de 8.8 kg-f/cm<sup>2</sup>, mientras que adobe con 4% de PET y paja de trigo tuvo resistencia última promedio de valor de 9.9 kg-f/cm<sup>2</sup> influyendo de manera positiva. Sin embargo, para la adición de adobe con 9% y 12% de PET y paja de trigo influyen de manera negativa reduciendo la resistencia última comparada con el adobe patrón con resultados de 7.60 kg-f/cm<sup>2</sup> y 7.00 kg-f/cm<sup>2</sup> respectivamente.

Con estos se afirma que la Norma E080 [20] plantea resultados mínimos que las muestras deben de cumplir de una resistencia última de 6.12 kg-f/cm<sup>2</sup> para que se pueda considerar que el material se puede utilizar en construcción, estos resultados obtenidos en la investigación y presentados en los párrafos anteriores nos hacen concluir que para la muestra óptima de adición y para el adobe patrón superan las resistencias últimas.

### **Resistencia a la compresión diagonal en muretes**

Según el objetivo específico de Evaluar la resistencia a la compresión diagonal en muretes conformados por unidades de tierra reforzada con respecto al porcentaje óptimo y las muestras patrón, los resultados obtenidos en la Tabla 48 y Tabla 49 nos indica que la adición de fibra de enea influye de manera negativa en el porcentaje óptimo del 0.5% luego de ser escogido por la comparativa de los ensayos anteriores que representa una disminución del -27.138% en comparación con el adobe patrón. Además, se debe de reconocer que algunas muestras de la adición de fibra de enea están por debajo de la resistencia última planteada de la norma E080 y el promedio de las muestras se encuentra encima de esta resistencia, pero por muy poco. Estos resultados tienen correlación con los obtenidos por la compresión y tracción de unidades que también disminuye su resistencia con la incorporación de la fibra de enea.

Del mismo modo estos resultados también se comparan con los obtenidos por Cárdenas y García [62] en su tesis titulada: “Estudio de las propiedades físico-mecánicas del adobe incorporando tereftalato de polietileno y paja de trigo, Huamanga – Ayacucho, 2023” quién

añadió paja de trigo y tereftalato de polietileno y al adobe demostrando que tiene que influir de manera positiva y negativa dependiendo del porcentaje comparado con el adobe patrón; estos resultados cumplen con la resistencia última que debe tener especificado en la norma E080 de valor de 0.25 kg-f/cm<sup>2</sup>. En sus resultados obtuvo que la muestra patrón tuvo una resistencia última promedio de compresión diagonal de muretes de 0.50 kg-f/cm<sup>2</sup>, mientras que adobe con 4% de PET y paja de trigo tuvo resistencia promedio de valor de 0.7 kg-f/cm<sup>2</sup> influyendo de manera positiva. Sin embargo, para la adición de adobe con 9% y 12% de PET y paja de trigo influyen de manera negativa reduciendo la resistencia última comparada con el adobe patrón con resultados de 0.46 kg-f/cm<sup>2</sup> y 0.40 kg-f/cm<sup>2</sup> respectivamente.

Del mismo modo estos resultados también se comparan con los obtenidos por Mendoza [63] en su tesis titulada: “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del adobe reforzado con fibra de caña y el adobe convencional, Carabayllo” quien añadió fibra de caña al adobe demostrando que tiene resultados positivos comparado con el adobe sin embargo estos resultados no cumplen con la resistencia última que debe tener especificado en la norma E080 de valor de 0.25 kg-f/cm<sup>2</sup>. En sus resultados obtuvo que la muestra patrón tuvo una resistencia última promedio de 0.80 kg-f/cm<sup>2</sup>, mientras que la adición de fibra de caña tuvo resistencia última promedio de valor de 0.90 kg-f/cm<sup>2</sup>.

Con estos se afirma que la Norma E080 [19] plantea resultados mínimos que las muestras deben de cumplir de una resistencia última de 0.25 kg-f/cm<sup>2</sup> para que se pueda considerar que el material se puede utilizar en construcción.

### **Evaluación de impacto ambiental**

Según el objetivo específico de Realizar la evaluación del impacto ambiental para el desarrollo del proyecto, se realizó un plan basando en el manual de estudio de impacto reconociendo cada punto respetando el medio ambiente, la compensación ambiental, así como también de las zonas afectadas de manera indirecta como directa. Esta evaluación ambiental se realiza a escala solo de la investigación y se plantea como un punto de inicio para un supuesto caso de que se realice una gran producción. La principal razón de utilizar solo fibra de enea sin ningún estabilizante dañino para el suelo como es el cemento o la cal es tratar de buscar materiales sostenibles y amigables con el medio ambiente pero deben de ser analizados como las acciones de la población o los subproductos, entre las principales acciones correctivas que se realizaron fue en la reutilización de la tierra luego de ser ensayadas en laboratorio como tierra para jardines debido a sus propiedades, así como la reutilización de la fibra como alimento para algunos animales como insectos

Estos resultados se basaron en el Manual de evaluación del estudio de impacto ambiental detallado [64] , que es el documento que nos indica cuales son los puntos a tratar en un proyecto de construcción además de indicar los conceptos básicos que se deben de entender y que servirán para el desarrollo del mismo.

## Conclusiones y Recomendaciones

### Conclusiones

Al evaluar la influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de tierra reforzada para los porcentajes de 0.25%, 0.50%, 0.75 % y 1.25% en peso, se pudo reconocer que la adición aumenta la cantidad de agua que succiona además de en algunos porcentajes aumenta su resistencia a flexión, además que en muchos ensayos tuvo influencia positiva. Sin embargo, los resultados fueron menores que la unidad patrón además que la comparación del peso entre la adición óptima y el adobe patrón tuvo una disminución de peso importante para el peso total de la estructura. Finalmente el uso de esta fibra resulta importante para darle un uso apropiado evitando que sea quemado además que agregarle fibra ayuda a reducir la cantidad de suelo.

Se evaluó los resultados para analizar el tipo de suelo utilizado para la elaboración de unidades de tierra reforzada, mediante el ensayo de contenido de humedad, granulometría y límites de atterberg se puede concluir que es un suelo arcilloso de baja plasticidad con arena.

Mediante la evaluación del análisis químico del agua se comprobó que los valores son normales para la utilización en procesos constructivos, dónde principalmente se puede destacar los sulfatos con 85.61 ppm y cloruros con 118.9 que puede tener una influencia, pero mínima.

Mediante la evaluación del análisis físico/químico de la fibra de enea se puede verificar las características similares en base a los antecedentes destacando la densidad que presenta 18.82  $\text{cm}^2/\text{g}$  reconociendo que hace que disminuya el peso de los adobes adicionados, además de su resistencia a la tracción de 82.03 Mpa que se ve reflejado en los resultados a flexión.

Se evaluó la resistencia de las unidades de tierra reforzada a compresión destacando que la unidad patrón es la que mejores resultados con un valor promedio de 13.699  $\text{kg-f}/\text{cm}^2$ , luego se ve reflejado la influencia negativa en los porcentajes de adición de fibra de enea con un valor de 11.815  $\text{kg-f}/\text{cm}^2$  (adición de 0.25% de fibra de enea), 10.843  $\text{kg-f}/\text{cm}^2$  (adición de 0.75% de fibra de enea), 11.165  $\text{kg-f}/\text{cm}^2$  (adición de 1.25% de fibra de enea). Mientras la adición que mejor resultados tiene es 12.274  $\text{kg-f}/\text{cm}^2$  (adición de 0.50% de fibra de enea) disminuyendo en un 10.21% con respecto a la unidad patrón. Cabe recalcar que todas las muestras cumplen con la resistencia última propuesta por la norma E.080.

Se evaluó la resistencia de las unidades de tierra reforzada a tracción destacando que la unidad patrón es la que mejores resultados con un valor promedio de 1.546  $\text{kg-f}/\text{cm}^2$ , luego se ve reflejado la influencia negativa en los porcentajes de adición de fibra de enea con un valor de 0.982  $\text{kg-f}/\text{cm}^2$  (adición de 0.50% de fibra de enea), 0.973  $\text{kg-f}/\text{cm}^2$  (adición de 0.75% de

fibra de enea), 0.865 kg-f/cm<sup>2</sup> (adición de 1.25% de fibra de enea). Mientras la adición que mejor resultados tiene es 1.096 kg-f/cm<sup>2</sup> (adición de 0.25% de fibra de enea) disminuyendo en un 29.11% con respecto a la unidad patrón. Cabe recalcar que todas las muestras cumplen con la resistencia última propuesta por la norma E.080.

Se evaluó la resistencia de las unidades de tierra reforzada a flexión destacando que la adición de 0.5% de fibra de enea es la que mejores resultados con un valor de 5.215 kg-f/cm<sup>2</sup> aumentando en un 21.61% con respecto a la unidad patrón. Mientras que la muestra patrón tuvo un valor promedio de 4.288 kg-f/cm<sup>2</sup> y para las demás dosificaciones se obtuvieron resultados: 4.170 kg-f/cm<sup>2</sup> (adición de 0.25% de fibra de enea), 3.725 kg-f/cm<sup>2</sup> (adición de 1.25% de fibra de enea) y 4.330 kg-f/cm<sup>2</sup> (adición de 0.5% de fibra de enea).

Se evaluó la resistencia de las unidades de tierra reforzada a absorción sin embargo no se tuvo resultados debido a que no se pudo medir el peso después de la sumersión, ya que pierde su estructura.

Se evaluó la succión que tiene las unidades de tierra reforzada debido a que no se pudo ensayar la cantidad que absorbe destacando que la adición de 1.25% de fibra de enea es la que mayor cantidad succiona con un valor de 6.056 g/min/200 cm<sup>2</sup> aumentando en un 776.35% con respecto a la unidad patrón. Mientras que la muestra patrón tuvo un valor promedio de -0.895 g/min/200 cm<sup>2</sup> demostrando que pierde material y para las demás dosificaciones se obtuvieron resultados: 0.178 g/min/200 cm<sup>2</sup> (adición de 0.25% de fibra de enea), 1.602 g/min/200 cm<sup>2</sup> (adición de 1.25% de fibra de enea) y 4.631 g/min/200 cm<sup>2</sup> (adición de 0.5% de fibra de enea).

Mediante el análisis de los ensayos realizados se puede decir que el porcentaje de 0.50% es el que influye de mejor manera frente a los demás porcentajes: Aumentando la resistencia a la flexión, resistiendo bien a la succión y reduciendo menos en compresión y tracción.

Mediante los costos unitarios se hace una comparativa de los precios que saldría la elaboración de 240 m<sup>2</sup> de muro de adobe, destacando que en el cálculo sale un costo de S/. 13,656.37 para la unidad patrón y se incrementa de manera escalonado desde 0.25% hasta la adición de 1.25% destacando que a la primera adición se incrementa un 0.25%, luego 0.50%, siguiendo con 0.74% y finalmente con 1.24% como la adición máxima.

Antes de realizar los ensayos en pilas y muretes se realizó la resistencia que tiene el mortero para soportar cargas a tracción con una resistencia última de 0.476 kg-f/cm<sup>2</sup>, confirmando que el mortero elaborado con tierra de la zona y adicionada pajilla supera la resistencia mínima que plantea la norma E.080.

Se evaluó la resistencia de compresión en pilas para la muestra patrón y para la adición de 0.50% de fibra de enea resultando valores de resistencia promedio de 7.242 kg-f/cm<sup>2</sup> y 6.501

kg-f/cm<sup>2</sup> respectivamente demostrando que la adición influye de manera negativa. Cabe recalcar que los dos tipos de muestras cumplen con la resistencia última propuesta por la norma E.080.

Se evaluó la resistencia de compresión diagonal en muretes para la muestra patrón y para la adición de 0.50% de fibra de enea resultando valores de resistencia promedio de 0.354 kg-f/cm<sup>2</sup> y 0.258 kg-f/cm<sup>2</sup> respectivamente demostrando que la adición influye de manera negativa. Cabe recalcar que los dos tipos de muestras cumplen con la resistencia última propuesta por la norma E.080.

## Recomendaciones

Se recomienda impulsar a los investigadores a seguir generando conocimiento acerca de la elaboración de adobe, si bien es cierto que no resiste grandes cargas en comparación con otros materiales, pero sigue formando parte de las viviendas de muchas personas en el mundo, al encontrar mejoras a sus resistencias se generará muchos beneficios a la población además de ser un material sostenible y sustentable. En ese sentido de lo expresado en este último párrafo se recomienda a los nuevos investigadores realizar análisis de ciclo de vida (ACL) y huella de carbono de la presente investigación.

Se recomienda que al momento de realizar las muestras húmedas se aumente unos centímetros el tamaño de la gavera, ya que al secar las muestras pierden volumen además de generar unos pequeños bordes por que al ser muy liso tiende a pegarle con el adobe. Esto puede afectar a las medidas planteadas por la norma, así como a las medidas planteadas en la investigación.

Así también se recomienda dejar secando por los 28 días el material dentro de los cilindros para la prueba de tracción, ya que al tener mucha esbeltez el material tiende a asentarse y tener más material en la base. Evitar sacar automáticamente de su asentamiento e ir volteándolo de manera regular para que el secado sea uniforme.

Se recomienda el uso de difracción de rayos X (XRD) para analizar la estructura interna de la fibra de enea y así complementar el análisis físico químico de sus características para así ayudar a aumentar el conocimiento que se tiene de esta fibra, ya que en nuestro país se encuentra en abundancia y sería un gran avance darle un buen uso.

Se recomienda la evaluación de compresión en pilas y compresión diagonal en muretes en todos los porcentajes para aumentar el conocimiento acerca de la relación de adobe y fibra de enea, considerando el gasto económico que esto genera.

Para el ensayo de compresión diagonal se recomienda la verificación del tamaño del apoyo antes de realizar los muretes para evitar que terminen junto a la unión de los adobes, ya que por ahí puede fallar desplazando la mitad del muro y no se generaría una compresión diagonal. Además, que se recomienda que el asentamiento se realice de cabeza verificando siempre el peso de la estructura para evitar que se genere problemas a la salud por cargar.

Se recomienda el uso de un estabilizante como es el cemento u otro material junto a la adición de fibra de enea, para fortalecer aquellas debilidades que se generan por la única inclusión de la fibra de enea, no obstante, se debe de analizar el impacto ambiental que se generaría por utilizar este material y plantear un plan de compensación ambiental.

Se plantea a los nuevos investigadores la utilización de porcentajes más altos de fibra de enea, considerando el poco peso que tiene se debe de realizar procedimientos para reducir su volumen al mezclarlo con el adobe.

Debido a la disminución de peso, se recomienda a otros investigadores a estudiar sísmicamente la influencia de la fibra de enea analizando si tiene una repercusión positiva.

## Referencias

- [1] M. Soledad Moscoso-Cordero, “I Congreso Internacional online Filosofía de la Sustentabilidad de Vivienda Tradicional ‘Transformando comunidades hacia el desarrollo local’ EL ADOBE, SUS CARACTERÍSTICAS Y EL CONFORT TÉRMICO”, Proyecto vlrCPM, Universidad de Cuenca
- [2] C. Gutiérrez Espino, "Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares. Acceso a servicios básicos", INEI, Perú, Informe, 2018. [En línea]. Disponible en: INEI - CPV 2017
- [3] M. L. Parra-Saldivar and W. Batty, “Thermal behaviour of adobe constructions,” *Build Environ*, vol. 41, no. 12, pp. 1892–1904, diciembre. 2006, doi: 10.1016/J.BUILDENV.2005.07.021
- [4] U. N. Environment, «Materiales de construcción y el clima: Construyendo un nuevo futuro», UNEP, 12 de setiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.unep.org/es/resources/informe/materiales-de-construccion-y-el-clima%02construyendo-un-nuevo-fut>
- [5] M. A. Zardari, A. Lakho, and M. A. Amur, “Structural behaviour of large size compressed earth blocks stabilized with jute fiber,” *Journal of Engineering Research*, vol. 8, no. 2, May 2020
- [6] M. Guinebault “Las fibras naturales siguen perdiendo terreno frente a las sintéticas” *FashionNetwork.com*. 21 de diciembre de 2023. [Online]. Disponible: <https://pe.fashionnetwork.com/news/Las-fibras-naturales-siguen-perdiendo-terreno-frente-a-las-sinteticas,1588986.htm>
- [7] J. D. Revuelta-Acosta, A. García-Díaz, G. M. Soto-Zarazúa, and E. Rico-García, “Adobe as a sustainable material: A thermal performance,” *Journal of Applied Sciences*, vol. 10, no. 19, pp. 2211–2216, 2010, doi: 10.3923/JAS.2010.2211.2216
- [8] N. Kumar and M. Barbato, “Effects of sugarcane bagasse fibers on the properties of compressed and stabilized earth blocks,” *Constr Build Mater*, vol. 315, p. 125552, Jan. 2022, doi: 10.1016/J.CONBUILDMAT.2021.125552
- [9] P. Donkor, E. Obonyo, and C. Ferraro, “Fiber Reinforced Compressed Earth Blocks: Evaluating Flexural Strength Characteristics Using Short Flexural Beams,” *Materials*, vol. 14, no. 22, Nov. 2021, doi: 10.3390/MA14226906.
- [10] J. Concha-Riedel, F. C. Antico, and G. Araya-Letelier, “Mechanical and damage similarities of adobe blocks reinforced with natural and industrial fibres,” *Matéria (Rio*

- de Janeiro), vol. 25, no. 4, p. e-12906, Dec. 2020, doi: 10.1590/S1517-707620200004.1206
- [11] E. Olacia, A. L. Pisello, V. Chiodo, S. Maisano, A. Frazzica, and L. F. Cabeza, “Sustainable adobe bricks with seagrass fibres. Mechanical and thermal properties characterization,” *Constr Build Mater*, vol. 239, p. 117669, Apr. 2020, doi: 10.1016/J.CONBUILDMAT.2019.117669.
- [12] F. Abdelkader, R. Mohamed, K. Cheikh, and R. Rabehi, “Mechanical properties of compressed earth blocks reinforced with glass fibers and palm fibers: Experiments and simulation,” *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, vol. 9, no. 5, pp. 15916–01e, Jun. 2023, doi: 10.18540/jcecvl9iss5pp15916-01e.
- [13] C. E. Vásquez Arteaga, V. A. Ocas Oyarce, C. M. Fernandez Diaz, M. A. Cerna Vasquez, S. E. Soto Abanto, and F. A. Calvanapón Alva, “Analysis of the physical and mechanical properties of adobe with the addition of sugarcane bagasse.” Aug. 11, 2023. doi: 10.18687/LACCEI2023.1.1.519.
- [14] L. Vasquez Vasquez, H. R. Mosqueira Ramirez, and M. A. Mosqueira Moreno, “Analysis of the mechanical and physical properties of adobe compacted with ichu and with pine fibers.” Aug. 11, 2023. doi: 10.18687/LACCEI2023.1.1.395.
- [15] J. Yolanda Chavez Atalaya and A. Elizabet Alva Sarmiento, “Propiedades físicas y mecánicas del adobe compactado con incorporación de fibras de coco.” Aug. 15, 2020. doi: 10.18687/LACCEI2020.1.1.447.
- [16] P. Gomez Fernandez y M. Calisaya Quispe, “Propuesta de elaboración de un bloque de adobe incorporando fibras de totora y aglutinante de cal para reducir la capacidad de absorción de agua de las viviendas en Ajuyani, Puno”, Tesis, Dpto. de Ingeniería Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú, 2023. [En línea]. Disponible: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/667622>
- [17] G. Sandoval Alvarado, “Evaluación de la erosión y la resistencia del adobe adicionado con cenizas de carbón y cal”, Tesis, Dpto. de Ingeniería Civil Ambiental, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2021. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/4232>
- [18] A. O. Correa Carlos y P. C. Puican Cumpa, “Caracterización física y mecánica del adobe incorporando fibras de cabuya y polímero reciclado PET en la ciudad de Ferreñafe, Lambayeque”, Tesis, Dpto. de Ingeniería Civil, Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo, Perú, 2021. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/8698>

- [19] V. L. Gamonal Vasquez and R. A. Lorren Delgado, “Análisis comparativo del adobe convencional y adobe estabilizado con cal más polietileno en el distrito de Pátapo - Chiclayo Lambayeque, 2021”, Tesis, Dpto. de Ingeniería Civil, Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo, Perú, 2022. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/110636>
- [20] Norma Técnica Peruana E.080 Adobe, Lima, 2016
- [21] G. Pons, “Características generales del adobe como material de construcción”, EcosurNetwork. [En línea]. Disponible: <https://ecosur.org/index.php/es/ecomateriales/adobe/712-caracteristicas-generales-del%20adobe-como-material-de-construccion>
- [22] G. Portillo, “Qué es el adobe: características, usos e importancia”, Renovables Verdes. [En línea]. Disponible en: <https://www.renovablesverdes.com/que-es-el-adobe/>
- [23] ASTM D516 - Standard Test Method for Sulfate Ion in Water
- [24] ASTM D512 - Standard Test Methods for Chloride Ion In Water
- [25] ASTM D1293 - Standard Test Methods for pH of Water
- [26] ASTM C67 - Standard Test Methods for Sampling and Testing Brick and Structural Clay Tile
- [27] S. Msahli, R. Sana, M. Jaouadi, F. Khoffi, y B. Durand, “Optimization of processing parameters for extraction of typha stem fibers”, *Int. J. Appl. Res. Text.*, vol. 4, pp. 53-64, dic. 2016
- [28] J. F. Morton, “Cattails (Typha spp.) - Weed Problem or Potential Crop?” *Econ Bot*, vol. 29, no. 1, pp. 7–29, Jan. 1975, doi: 10.1007/BF02861252/METRICS..
- [29] Mortazavi, SM, and MK Moghadam. 2009. Introduction of a new vegetable fiber for textile applications. *Journal of Applied Polymer Science* 113 (5):3307–12. doi:10.1002/app.30301.
- [30] R. B. Yusoff, H. Takagi, y A. N. Nakagaito, “Tensile and flexural properties of polylactic acid-based hybrid green composites reinforced by kenaf, bamboo and coir fibers”, *Ind. Crops Prod.*, vol. 94, pp. 562-573, dic. 2016, doi: 10.1016/j.indcrop.2016.09.017
- [31] K. Ramanaiah, A. V. Ratna Prasad and K. Hema Chandra Reddy, “Mechanical Properties and Thermal Conductivity of Typha angustifolia Natural Fiber–Reinforced Polyester Composites”, *Int. J. Polym. Anal. Charact.*, vol. 16, pp. 496-503, oct. 2011, doi: 10.1080/1023666X.2011.598528.
- [32] Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016

- [33] Miguel Vivar, director de Proyectos de InterPro “Análisis de Precios Unitarios - InterPro”,2018. [En línea]. Disponible: <https://www.interpro.ec/analisis-de-precios-unitarios/>
- [34] R. Morales Morales. Manual para la construcción de viviendas de Adobe, Lima: UNI.
- [35] K. E. Rivas Jarquín y C. M. Cerrato Cerrato.2016, "Pruebas de resistencia y calidad del suelo para la elaboración del bloque de adobe suelo cemento en la construcción de viviendas mínimas en el Municipio de San Rafael del Sur Comunidad La Gallina", Universidad Autónoma de Nicaragua, Nicaragua.
- [36] NTP 339.089 1998 SUELOS. Obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo)
- [37] NTP 339.131 2019 SUELOS. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas
- [38] NTP 339.127 1999 SUELOS. Método de Ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo
- [39] NTP 339.1290 1999 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
- [40] NTP 339.128 1999 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico
- [41] NTP 339.134 1999 SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)
- [42] NTP 399.613 2017 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería
- [43] Tam,J. Vera y R. Oliveros. 2008. Tipos, Métodos y Estrategias de Investigación. Pensamiento y Acción. 5:145-154
- [44] DECRETO SUPREMO N° 003-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias
- [45] DECRETO SUPREMO N° 085-2003-PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido
- [46] L. Tavera Vega. “Tucume”. Arqueología del Perú [En línea]. Disponible en: <https://arqueologiadelperu.com.ar/tucume.htm>
- [47] Weatherspark “Climate and Average Weather Year Round in Túcume” Disponible: <https://weatherspark.com/y/19261/Average-Weather-in-T%C3%BAcume-Peru-Year-Round>
- [48] Instituto Nacional de Estadística e Informática, Censos Nacionales 2015, Lima.


- [49] Guía para una intervención sindical. “La prevención de riesgos en los lugares de trabajo”. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). ISBN: 84-607-3133-2. noviembre 2013
- [50] Centro de Investigación, Documentación y Asesoría Poblacional – CIDAP. “Materiales para edificaciones de adobe”. [En línea]. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cidap.org.pe/wp-content/uploads/63690383-Buena-Tierra-Apuntos-para-el-Diseno-Contruccion-con-ADOBE-1.pdf>
- [51] E. Alonso, “Estudio de la resistencia a la compresión y permeabilidad en unidades de albañilería de tierra reforzada con estiércol de *Equus asinus* y estearato de calcio”, Tesis, Dpto. de Ingeniería Civil Ambiental, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2024. [En línea]. Disponible: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/7181>
- [52] O. Muñoz Alcidez, “Incorporación de la fibra de totora en el barro para mejorar el comportamiento físico y mecánico del adobe, Andahuaylas 2022,” Tesis, Dpto. de Ingeniería Civil, Universidad Cesar Vallejos, 2022. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/107751>
- [53] M. Ruiz Pinedo, “Resistencia a la compresión y flexión de adobes producidos con viruta y acícula de pino, Chachapoyas, 2021”, Tesis, Dpto. de Ingeniería Civil, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú, 2023. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/3523>
- [54] C. Illanes Chocce y J. J. Santa María Solorzano, “Diseño y evaluación de unidades de adobe estabilizado con mucílago de cactus y fibra de cabuya para mejorar la resistencia a compresión, flexión y reducir la absorción del agua en el distrito de Tapo, provincia Tarma, departamento de Junín”, Tesis, Dpto. de Ingeniería Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú, 2022. [En línea]. Disponible: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/667807>
- [55] S. Medina, “Resistencia a compresión y flexión de bloques de adobe compactado con adición de vaina de bambú, Cajamarca, 2022”, Tesis, Dpto. de Ingeniería Civil, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú, 2023. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/32531>
- [56] G. Wong, “Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del adobe de arcilla con adición de fibra de coco, Chimbote – 2022”, Tesis, Dpto. de Ingeniería Civil,

- Universidad César Vallejo, Chimbote, Perú, 2022. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/112144>
- [57] A. D. Bejar Preguntegui, “Evaluación de las propiedades físico mecánicas en adobes empleando fibra seca de retama y fibra de yute, Ayacucho - 2022”, Tesis, Dpto. de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo, Chimbote, Perú, 2022. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/115779>
- [58] J. M. Carbajal Tiburcio, “Influencia de la paja de trigo en el adobe sobre, la succión, compresión y flexión en el distrito de Santiago de Chuco – La Libertad, 2021”, Tesis, Facultad de Ingeniería, Universidad Privada del Norte (UPN), Trujillo, Perú, 2022. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/31296>
- [59] A. López y T. Teque, “Fibras de coco y su influencia en las propiedades físico - mecánicas del adobe, Chiclayo – 2021”, Tesis, Dpto. de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo, Moyobamba, Perú, 2021. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85199>
- [60] A. N. Terrones Muños, “Evaluación de las propiedades físico mecánicas de unidades de tierra reforzada incorporando acículas de pináceas y celulosa de cartón reciclado”, Tesis, Dpto. de Ingeniería Civil Ambiental, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2023. [En línea]. Disponible: <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/7021>
- [61] M. Franco Asencios y L. Montoya Diaz, “Evaluación de las propiedades mecánicas del adobe utilizando fibras de totora en el centro poblado San Isidro - Provincia de Cañete”, Tesis, Dpto. de Ingeniería Civil Ambiental, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Chiclayo, Perú, 2023. [En línea]. Disponible: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/669884>
- [62] J. E. Cárdenas Carrasco y R. E. García Ramos “Estudio de las propiedades físico-mecánicas del adobe incorporando tereftalato de polietileno y paja de trigo, Huamanga – Ayacucho, 2023”, Tesis, Dpto. de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo, Lima, Perú, 2023. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/136270>
- [63] M. Pinto Barrantes, R. Antonio, M. Mamani y E. Reynaldo, “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del adobe reforzado con fibra de caña y el adobe convencional, Carabayllo - 2019”, Tesis, Dpto. de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo, Lima, Perú, 2020. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61735>

- [64] Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles – SENACE. “Manual para la Evaluación de Estudio de Impacto Ambiental detallado (EIAd) Hidrocarburos” SINIA. 2016. [En línea]. Disponible: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/manual-evaluacion-estudio-impacto-ambiental%20detallado-eia-d->

## Anexos

## Anexo 1: Ficha de validación de ensayos



**USAT**  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo

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

INFORME N°	LEM USAT 025-2024-I
FECHA:	21 de Mayo 2024

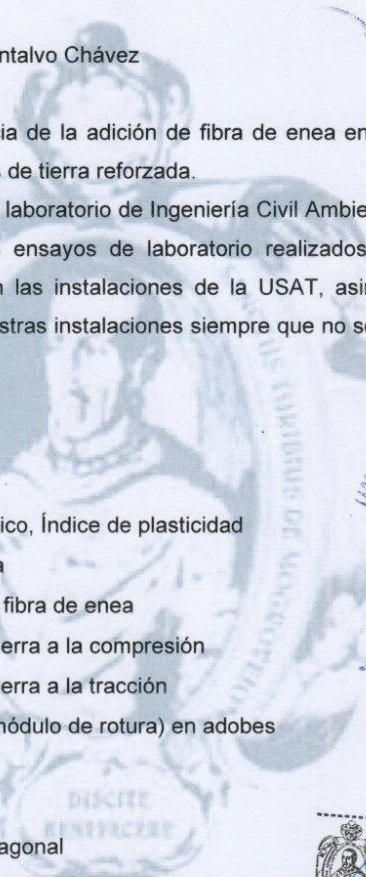
### VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

**ESTUDIANTE:** José Ricardo Montalvo Chávez


**TITULO DE LA TESIS:** Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada.

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, 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:


- Contenido de humedad
- Granulometría
- Peso específico
- Límite Líquido, límite Plástico, Índice de plasticidad
- Análisis Químico del agua
- Análisis físico/químico de fibra de enea
- Resistencia del material tierra a la compresión
- Resistencia del material tierra a la tracción
- Resistencia a la flexión (módulo de rotura) en adobes
- Succión en adobes
- Absorción en adobes
- Ensayo de compresión diagonal
- Ensayo de Compresión en Muretes de adobe




TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneyra Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT



**USAT**  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto

Henry Rivadeneyra Oblitas  
Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental

## Anexo 2: Análisis físico/químico del agua



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**  
**UNIDAD DE SERVICIOS TÉCNICOS**



**REPORTE DE ANÁLISIS N° 52 – 2023 – FIQIA**

**1. CLIENTE** : JOSÉ RICARDO MONTALVO CHÁVEZ  
**2. DNI** : 70942648

**1. DATOS DE LA MUESTRA**

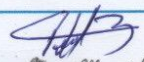

- Número de muestras : 01
- Cantidad : 1 galón
- Fecha de monitoreo : 13/09/2023
- Muestra : Agua para construcción

**2. RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO**

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO
Sulfatos	ppm	85.61
Cloruros	ppm	118.96
pH	-	7.71
Conductividad	us/cm	996

**3. CONCLUSIONES**

Los resultados obtenidos fueron realizados en el Laboratorio de Investigación y Servicios Técnicos de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, siguiendo estrictos estándares de calidad.

<b>Firma</b>	 Cristian David Visconde Beltrán INGENIERO QUÍMICO REG. CIP 111177	<b>Firma</b>	 DECANO FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO LAMBAYEQUE
<b>Analista</b>	Ing. Cristian David Visconde Beltrán	<b>V°B°</b>	Dr. César Augusto Monteza Arbulú
<b>Fecha del Análisis</b>		<b>14 de Setiembre del 2023</b>	



Henry Rivadeneira Oblitas  
 Ing. Laboratorio USAT  
 Universidad Católica  
 Lambayeque



## Anexo 3: Análisis físico/químico de fibra de enea

**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.**

**I.- DATOS GENERALES:**

SOLICITANTE	JOSE RICARDO MONTALVO CHAVEZ
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FIBRA DE ENEA
✓ PRODUCTO	1 Kg
✓ TAMAÑO DE MUESTRA	CONSTRUCCION
✓ TIPO DE USOS	01 DE SETIEMBRE DEL 2023
✓ FECHA DE INGRESO	

**II.- RESULTADOS**

**ANÁLISIS QUÍMICO:**

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS
HUMEDAD	%	11.63
CENIZAS	%	35.36
GRASAS	%	6.84
PROTEÍNAS	%	1.43

**ANÁLISIS FÍSICO:**

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS
DENSIDAD	g/cm <sup>3</sup>	18.82
ÍNDICE DE ROTURA	J.m <sup>2</sup> /g	0.13
LISURA	%	78.4
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	MPa	82.03
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	N/mm <sup>2</sup>	1.43


CONCLUSION: La muestra cumple con las especificaciones dadas por el cliente y cuyos resultados son los que se indica.

TRUJILLO, 08 DE SETIEMBRE DEL 2023

*Mike Pinco Cabanillas*  
MIKE PINCO CABANILLAS  
LABORATORISTA

*Carlos Alberto Valqui Mendoza*  
CARLOS ALBERTO VALQUI MENDOZA  
INGENIERO QUÍMICO  
CIP 122588

  
 Heidy Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



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

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

## Anexo 4: Ensayo de contenido de humedad



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



Tesista : José Ricardo Montalvo Chávez  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Chiclayo, 5 de Septiembre del 2023

ENSAYO : Contenido de humedad de un suelo  
REFERENCIA : NTP 339.127 ASTM D-2216

	UND	M1
1. Número de tara	N°	1
2. Peso de la muestra húmeda	gr.	2921.25
3. Peso de la muestra seca	gr.	2760.0
4. Peso del agua (2-3)	gr.	161.25
5. Peso del recipiente	gr.	121.4
6. Peso de la muestra seca utilizado (3-5)	gr.	2638.6
Contenido de humedad (4/6)*100	%	6.111

## OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT



Anexo 5: Ensayo de peso específico



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



Tesista : José Ricardo Montalvo Chávez  
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Chiclayo, 6 de Septiembre del 2023

ENSAYO : Peso específico relativo de sólidos ( $G_s$ )-Material que pasa la malla N° 4  
REFERENCIA : NTP 339.131 ASTM D - 854

		C-01	C-02
1. N° de fiola		F-1	F-2
2. Peso de la fiola	g.	89.16	89.68
3. Peso de la muestra de suelo - seco	g.	50.0	50.0
4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiola (2+3)	g.	139.16	139.68
5. Peso de la muestra + Fiola + agua	g.	368.0	368.5
6. Peso de la fiola + peso de agua	g.	337.7	338.3
7. Peso específico relativo de sólidos ( $G_s$ ) (3)/((3+6)-5)	g/cm <sup>3</sup>	2.538	2.527

OBSERVACIONES :


- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.




  
Henry Rivadeneyra Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT



Anexo 6: Caracterización del suelo



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



Tesista : José Ricardo Montalvo Chávez  
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 13 de Septiembre del 2023

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. 1a. ed.

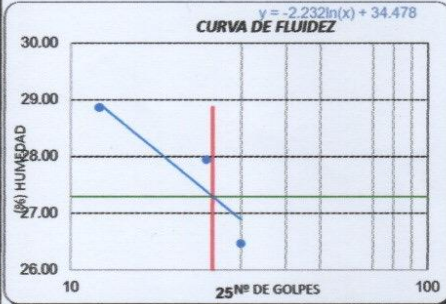
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

0 Muestra: M-1 0

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° 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
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	0.3	99.7
N° 20	0.850	2.4	97.6
N° 40	0.425	6.6	93.4
N° 60	0.250	3.0	79.4
N° 140	0.106	25.0	75.0
N° 200	0.075	3.0	73.0

**CURVA DE FLUIDEZ**

$y = -2.232 \ln(x) + 34.478$



**Ensayo de Límite de Atterberg**

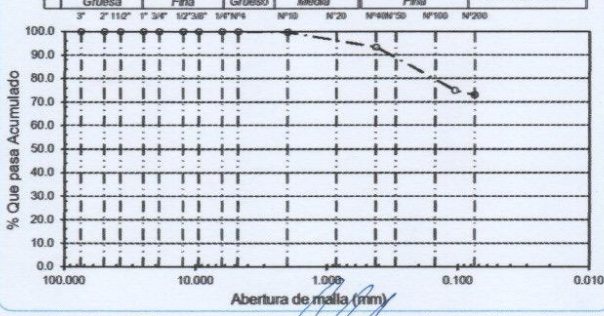
Limite líquido (LL)	27.29 (%)
Limite Plástico (LP)	16.21 (%)
Índice Plástico (IP)	11.09 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL
Descripción del suelo	
<b>Arcilla de baja plasticidad con arena</b>	
Clasificación (AASHTO)	A-6 (8)
Descripción	
<b>Suelo Arcilloso</b>	


Distribución granulométrico			
% Grava	G.G. %	0.0	0.0
	G. F %	0.0	
% Arena	A.G %	0.3	27.0
	A.M %	6.3	
	A.F %	20.4	
% Arcilla y Limo		73.0	73.0
Total		100.0	100.0

**Contenido de Humedad** 6.11


**CURVA GRANULOMETRICA**

Grava			Arena				Arcilla y Limos
Gruesa	Fina		Gruesa	Media	Fina		
3"	2" 11/2"	1" 3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	N° 10	N° 20
100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.7	97.6
100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	93.4	79.4
100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	75.0	73.0






TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT



USAT  
Universidad Católica  
Lima - Perú 08100000

Anexo 7: Ensayo de Resistencia del material tierra a la compresión adicionado 0% de fibra de enea



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



Tesista : José Ricardo Montalvo Chávez  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
Ubicación : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque  
Fecha : Chiclayo, 21 de Octubre del 2023

ENSAYO : ADOBE.Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayo de resistencia del material tierra a la compresión  
REFERENCIA : NORMA E.080

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Unidad de Tierra Reforzada + 0% de Fibra de Enea	100.00	1230.30	12.30
02	Unidad de Tierra Reforzada + 0% de Fibra de Enea	99.70	950.70	9.54
03	Unidad de Tierra Reforzada + 0% de Fibra de Enea	99.10	1233.70	12.45
04	Unidad de Tierra Reforzada + 0% de Fibra de Enea	99.20	1378.90	13.90
05	Unidad de Tierra Reforzada + 0% de Fibra de Enea	99.60	1165.30	11.70
06	Unidad de Tierra Reforzada + 0% de Fibra de Enea	99.40	1097.60	11.04

Promedio de los 4 mejores resultados	12.59
--------------------------------------	-------

NOTAS :  
- Se realizan cubos de 0.1 m de arista aproximadamente

OBSERVACIONES :  
- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante  
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio  
- Se considera el promedio de los 4 mejores resultados - según la norma E.080



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT

Anexo 8: Ensayo de Resistencia del material tierra a la compresión adicionado 0.25% de fibra de enea



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



Tesista : José Ricardo Montalvo Chávez  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
Ubicación : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque  
Fecha : Chiclayo, 21 de Octubre del 2023

ENSAYO : ADOBE.Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayo de resistencia del material tierra a la compresión  
REFERENCIA : NORMA E.080

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Unidad de Tierra Reforzada + 0.25% de Fibra de Enea	99.40	1162.90	11.70
02	Unidad de Tierra Reforzada + 0.25% de Fibra de Enea	98.50	870.30	8.84
03	Unidad de Tierra Reforzada + 0.25% de Fibra de Enea	98.60	883.50	8.96
04	Unidad de Tierra Reforzada + 0.25% de Fibra de Enea	99.60	1068.00	10.72
05	Unidad de Tierra Reforzada + 0.25% de Fibra de Enea	99.60	1136.80	11.41
06	Unidad de Tierra Reforzada + 0.25% de Fibra de Enea	99.40	1116.10	11.23

Promedio de los 4 mejores resultados	11.27
--------------------------------------	-------

NOTAS:

- Se realizan cubos de 0.1 m de arista aproximadamente

OBSERVACIONES:

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio
- Se considera el promedio de los 4 mejores resultados - según la norma E.080



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT  
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Anexo 9: Ensayo de Resistencia del material tierra a la compresión adicionado 0.50% de fibra de enea



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



Tesista : José Ricardo Montalvo Chávez  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
Ubicación : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque  
Fecha : Chiclayo, 21 de Octubre del 2023

ENSAYO : ADOBE. Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayo de resistencia del material tierra a la compresión  
REFERENCIA : NORMA E.080

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Unidad de Tierra Reforzada + 0.50% de Fibra de Enea	99.70	1358.60	13.63
02	Unidad de Tierra Reforzada + 0.50% de Fibra de Enea	99.40	1077.10	10.84
03	Unidad de Tierra Reforzada + 0.50% de Fibra de Enea	99.10	1013.30	10.22
04	Unidad de Tierra Reforzada + 0.50% de Fibra de Enea	99.70	1050.20	10.53
05	Unidad de Tierra Reforzada + 0.50% de Fibra de Enea	100.00	791.10	7.91
06	Unidad de Tierra Reforzada + 0.50% de Fibra de Enea	99.50	1147.50	11.53

Promedio de los 4 mejores resultados	11.63
--------------------------------------	-------

NOTAS :

- Se realizan cubos de 0.1 m de arista aproximadamente

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio
- Se considera el promedio de los 4 mejores resultados - según la norma E.080



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT

Anexo 10: Ensayo de Resistencia del material tierra a la compresión adicionado 0.75% de fibra de enea



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



Tesista : José Ricardo Montalvo Chávez  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
Ubicación : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque  
Fecha : Chiclayo, 21 de Octubre del 2023

ENSAYO : ADOBE.Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayo de resistencia del material tierra a la compresión  
REFERENCIA : NORMA E.080

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Unidad de Tierra Reforzada + 0.75% de Fibra de Enea	99.60	946.80	9.51
02	Unidad de Tierra Reforzada + 0.75% de Fibra de Enea	99.50	849.90	8.54
03	Unidad de Tierra Reforzada + 0.75% de Fibra de Enea	99.30	940.70	9.47
04	Unidad de Tierra Reforzada + 0.75% de Fibra de Enea	99.60	1039.00	10.43
05	Unidad de Tierra Reforzada + 0.75% de Fibra de Enea	99.60	1118.30	11.23
06	Unidad de Tierra Reforzada + 0.75% de Fibra de Enea	99.00	864.00	8.73

Promedio de los 4 mejores resultados	10.16
--------------------------------------	-------

## NOTAS:

- Se realizan cubos de 0.1 m de arista aproximadamente

## OBSERVACIONES:

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio
- Se considera el promedio de los 4 mejores resultados - según la norma E.080



TÉCNICO DE LABORATORIO

  
Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT



Anexo 11: Ensayo de Resistencia del material tierra a la tracción adicionado 1.25% de fibra de enea



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



Tesista : José Ricardo Montalvo Chávez  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
 Ubicación : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 21 de Octubre del 2023

ENSAYO : ADOBE. Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayo de resistencia del material tierra a la compresión  
 REFERENCIA : NORMA E.080

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Unidad de Tierra Reforzada + 1.25% de Fibra de Enea	99.40	1048.10	10.54
02	Unidad de Tierra Reforzada + 1.25% de Fibra de Enea	99.40	929.80	9.35
03	Unidad de Tierra Reforzada + 1.25% de Fibra de Enea	99.40	1020.20	10.26
04	Unidad de Tierra Reforzada + 1.25% de Fibra de Enea	99.70	1022.50	10.26
05	Unidad de Tierra Reforzada + 1.25% de Fibra de Enea	99.10	1063.60	10.73
06	Unidad de Tierra Reforzada + 1.25% de Fibra de Enea	99.70	1020.80	10.24

Promedio de los 4 mejores resultados	10.41
--------------------------------------	-------

NOTAS :

- Se realizan cubos de 0.1 m de arista aproximadamente

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio
- Se considera el promedio de los 4 mejores resultados - según la norma E.080

Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT





TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 12: Ensayo de Resistencia del material tierra a la compresión adicionado 0% de fibra de enea



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



TESISTA: : José Ricardo Montalvo Chávez  
UNIVERSIDAD : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Noviembre del 2023  
Título : ADOBE. Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayo de Resistencia del material tierra a la tracción  
Código : NORMA E.080

FC-02-05(3.1416 x d<sup>2</sup>/4)

Código	Identificación	Fecha de Realización	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h)	Carga (P) (Kg)	Carga última
CP-01	T100-FE0	18/10/2023	15/11/2023	28	15.15	30.45	1129.3	1.558
CP-02	T100-FE0	18/10/2023	15/11/2023	28	15.20	30.42	1065.3	1.467
CP-03	T100-FE0	18/10/2023	15/11/2023	28	15.22	30.43	1105.4	1.519
CP-04	T100-FE0	18/10/2023	15/11/2023	28	15.21	30.39	1111.2	1.530
CP-05	T100-FE0	18/10/2023	15/11/2023	28	15.24	30.44	1084.8	1.489
CP-06	T100-FE0	18/10/2023	15/11/2023	28	15.20	30.48	1146.0	1.575

**NOTAS:**

- Muestras cilíndricas de aproximadamente 6" de diámetro y 12" de largo
- La resistencia se debe medir mediante el ensayo brasileño de tracción

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Anexo 13: Ensayo de Resistencia del material tierra a la compresión adicionado 0.25% de fibra de enea



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



TESISTA: : José Ricardo Montalvo Chávez  
UNIVERSIDAD : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Noviembre del 2023  
Título : ADOBE. Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayo de Resistencia del material tierra a la tracción  
Código : NORMA E.080

Fc-0249/03-1416 x 0718

Código	Identificación	Fecha de Realización	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h)	Carga (P) (Kg)	Carga última
CP-01	T99.75-FE0.25	18/09/2023	16/10/2023	28	15.20	30.39	743.7	1.025
CP-02	T99.75-FE0.25	18/09/2023	16/10/2023	28	15.24	30.45	744.2	1.021
CP-03	T99.75-FE0.25	18/09/2023	16/10/2023	28	15.23	30.42	774.7	1.065
CP-04	T99.75-FE0.25	18/09/2023	16/10/2023	28	15.23	30.48	811.5	1.113
CP-05	T99.75-FE0.25	18/09/2023	16/10/2023	28	15.20	30.45	843.8	1.161
CP-06	T99.75-FE0.25	18/09/2023	16/10/2023	28	15.19	30.42	758.7	1.045

**NOTAS:**

- Muestras cilíndricas de aproximadamente 6" de diámetro y 12" de largo
- La resistencia se debe medir mediante el ensayo brasileño de tracción

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry Rivadenebra Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT

Anexo 14: Ensayo de Resistencia del material tierra a la compresión adicionado 0.50% de fibra de enea



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



TESISTA: : José Ricardo Montalvo Chávez  
UNIVERSIDAD : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Noviembre del 2023  
Título : ADOBE. Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayo de Resistencia del material tierra a la tracción  
Código : NORMA E.080

FC-02-09/23-1416 v.0196

Código	Identificación	Fecha de Realización	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h)	Carga (P) (Kg)	Carga última
CP-01	T99.5- FE0.5	18/09/2023	16/10/2023	28	15.24	30.46	604.1	0.828
CP-02	T99.5- FE0.5	18/09/2023	16/10/2023	28	15.10	30.35	618.8	0.860
CP-03	T99.5- FE0.5	18/09/2023	16/10/2023	28	15.23	30.48	513.0	0.704
CP-04	T99.5- FE0.5	18/09/2023	16/10/2023	28	15.11	30.37	786.6	1.091
CP-05	T99.5- FE0.5	18/09/2023	16/10/2023	28	15.11	30.36	689.6	0.957
CP-06	T99.5- FE0.5	18/09/2023	16/10/2023	28	15.09	30.35	733.6	1.020

**NOTAS:**

- Muestras cilíndricas de aproximadamente 6" de diámetro y 12" de largo
- La resistencia se debe medir mediante el ensayo brasileño de tracción

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT

Anexo 15: Ensayo de Resistencia del material tierra a la compresión adicionado 0.75% de fibra de enea



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



TESISTA: : José Ricardo Montalvo Chávez  
UNIVERSIDAD : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Noviembre del 2023  
Título : ADOBE. Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayo de Resistencia del material tierra a la tracción  
Código : NORMA E.080

For(247)(53.0416 x 476)

Código	Identificación	Fecha de Realización	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h)	Carga (P) (Kg)	Carga última
CP-01	T99.25- FE0.75	18/09/2023	16/10/2023	28	15.24	30.40	604.1	0.830
CP-02	T99.25- FE0.75	18/09/2023	16/10/2023	28	15.23	30.38	618.8	0.851
CP-03	T99.25- FE0.75	18/09/2023	16/10/2023	28	15.22	30.42	513.0	0.705
CP-04	T99.25- FE0.75	18/09/2023	16/10/2023	28	15.20	30.41	786.6	1.083
CP-05	T99.25- FE0.75	18/09/2023	16/10/2023	28	15.19	30.39	689.6	0.951
CP-06	T99.25- FE0.75	18/09/2023	16/10/2023	28	15.22	30.44	733.6	1.008

**NOTAS:**

- Muestras cilíndricas de aproximadamente 6" de diámetro y 12" de largo
- La resistencia se debe medir mediante el ensayo brasileño de tracción

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT



Anexo 16: Ensayo de Resistencia del material tierra a la compresión adicionado 1.25% de fibra de enea



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



TESISTA: : José Ricardo Montalvo Chávez  
UNIVERSIDAD : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Noviembre del 2023  
Título : ADOBE. Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayo de Resistencia del material tierra a la tracción  
Código : NORMA E.080

Fc-0249/13.3435 x 4°13'

Código	Identificación	Fecha de Realización	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h)	Carga (P) (Kg)	Carga última
CP-01	T98.75- FE1.25	18/09/2023	16/10/2023	28	15.20	30.43	624.3	0.859
CP-02	T98.75- FE1.25	18/09/2023	16/10/2023	28	15.23	30.47	566.1	0.777
CP-03	T98.75- FE1.25	18/09/2023	16/10/2023	28	15.24	30.46	638.5	0.876
CP-04	T98.75- FE1.25	18/09/2023	16/10/2023	28	15.20	30.45	635.1	0.874
CP-05	T98.75- FE1.25	18/09/2023	16/10/2023	28	15.19	30.45	618.4	0.851
CP-06	T98.75- FE1.25	18/09/2023	16/10/2023	28	15.23	30.48	535.2	0.734

**NOTAS:**

- Muestras cilíndricas de aproximadamente 6" de diámetro y 12" de largo
- La resistencia se debe medir mediante el ensayo brasileño de tracción

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT



Anexo 17: Ensayo de Resistencia a la flexión en adobes adicionado 0% de fibra de enea



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



Tesista : José Ricardo Montalvo Chávez  
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha : Chiclayo, 30 de Octubre del 2023  
Norma : N.T.P. 399.613 - Adaptado al adobe / ASMT C67  
Título : ADOBES. Modulo de rotura (Ensayo de Flexión)

Muestra	Denominación de Espécimen	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> ) Promedio
01	T100-FE0	02/10/2023	30/10/2023	3057.71	28	0.403	4.105	4.288
02	T100-FE0	02/10/2023	30/10/2023	1804.42	28	0.269	2.745	
03	T100-FE0	02/10/2023	30/10/2023	2770.38	28	0.447	4.563	
04	T100-FE0	02/10/2023	30/10/2023	2755.67	28	0.313	3.190	
05	T100-FE0	02/10/2023	30/10/2023	4965.11	28	0.672	6.851	
06	T100-FE0	02/10/2023	30/10/2023	2490.89	28	0.419	4.275	

NOTAS:

- Muestras de unidades de tierra reforzada con medida tradicional
- 28 días de secado

OBSERVACIONES:

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio
- Se considera el promedio de los 6 mejores resultados



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT

Anexo 18: Ensayo de Resistencia a la flexión en adobes adicionado 0.25% de fibra de enea



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



Tesista : José Ricardo Montalvo Chávez  
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha : Chiclayo, 30 de Octubre del 2023  
Norma : N.T.P. 399.613 - Adaptado al adobe / ASMT C67  
Título : ADOBES. Modulo de rotura (Ensayo de Flexión)

Muestra	Denominación de Espécimen	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> ) Promedio
01	T99.75-FE0.25	02/10/2023	30/10/2023	2397.73	28	0.329	3.355	4.170
02	T99.75-FE0.25	02/10/2023	30/10/2023	2596.80	28	0.385	3.928	
03	T99.75-FE0.25	02/10/2023	30/10/2023	1857.38	28	0.255	2.603	
04	T99.75-FE0.25	02/10/2023	30/10/2023	3741.24	28	0.535	5.460	
05	T99.75-FE0.25	02/10/2023	30/10/2023	3185.20	28	0.459	4.677	
06	T99.75-FE0.25	02/10/2023	30/10/2023	3379.37	28	0.490	4.997	

**NOTAS:**

- Muestras de unidades de tierra reforzada con medida tradicional
- 28 días de secado

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio
- Se considera el promedio de los 5 mejores resultados



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT

## Anexo 19: Ensayo de Resistencia a la flexión en adobes adicionado 0.50% de fibra de enea



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



Tesista : José Ricardo Montalvo Chávez  
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha : Chiclayo, 30 de Octubre del 2023  
Norma : N.T.P. 399.613 - Adaptado al adobe / ASMT C67  
Título : ADOBES. Modulo de rotura (Ensayo de Flexión)

Muestra	Denominación de Espécimen	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> ) Promedio
01	T99.5- FE0.5	02/10/2023	30/10/2023	3553.93	28	0.530	5.404	5.215
02	T99.5- FE0.5	02/10/2023	30/10/2023	2672.31	28	0.316	3.226	
03	T99.5- FE0.5	02/10/2023	30/10/2023	5529.97	28	0.757	7.722	
04	T99.5- FE0.5	02/10/2023	30/10/2023	5135.74	28	0.692	7.061	
05	T99.5- FE0.5	02/10/2023	30/10/2023	2510.50	28	0.382	3.894	
06	T99.5- FE0.5	02/10/2023	30/10/2023	3017.51	28	0.390	3.982	

## NOTAS:

- Muestras de unidades de tierra reforzada con medida tradicional
- 28 días de secado

## OBSERVACIONES:

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio
- Se considera el promedio de los 6 mejores resultados



Henry Ribadeneyra Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT




Anexo 20: Ensayo de Resistencia a la flexión en adobes adicionado 0.75% de fibra de enea



**USAT**  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo

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



**Tesista** : José Ricardo Montalvo Chávez  
**Atención** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Proyecto** : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
**Fecha** : Chiclayo, 30 de Octubre del 2023  
**Norma** : N.T.P. 399.613 - Adaptado al adobe / ASMT C67  
**Título** : ADOBES. Modulo de rotura (Ensayo de Flexión)

Muestra N°	Denominación de Especimen	Fecha de	Fecha de	Carga (N)	Antigüedad del Especimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm2))	Módulo de Rotura (Kg/cm2)) Promedio
		Elaboración	Ensayo					
01	T99.25- FE0.75	02/10/2023	30/10/2023	5484.86	28	0.640	6.522	4.330
02	T99.25- FE0.75	02/10/2023	30/10/2023	3010.64	28	0.406	4.137	
03	T99.25- FE0.75	02/10/2023	30/10/2023	1909.35	28	0.261	2.664	
04	T99.25- FE0.75	02/10/2023	30/10/2023	3161.66	28	0.448	4.573	
05	T99.25- FE0.75	02/10/2023	30/10/2023	3100.86	28	0.385	3.930	
06	T99.25- FE0.75	02/10/2023	30/10/2023	2987.11	28	0.407	4.155	

**NOTAS:**  
 - Muestras de unidades de tierra reforzada con medida tradicional  
 - 28 días de secado  
**OBSERVACIONES:**  
 - Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante  
 - El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio  
 - Se considera el promedio de los 6 mejores resultados



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

-----  
**TÉCNICO DE LABORATORIO**



Henry Rivadenebra Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT



USAT  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo

Anexo 21: Ensayo de Resistencia a la flexión en adobes adicionado 1.25% de fibra de enea



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



Tesista : José Ricardo Montalvo Chávez  
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha : Chiclayo, 30 de Octubre del 2023  
Norma : N.T.P. 399.613 - Adaptado al adobe / ASMT C67  
Título : ADOBES. Modulo de rotura (Ensayo de Flexión)

Muestra	Denominación de Espécimen	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> ) Promedio
01	T98.75- FE1.25	02/10/2023	30/10/2023	2873.35	28	0.376	3.829	3.725
02	T98.75- FE1.25	02/10/2023	30/10/2023	2271.22	28	0.312	3.183	
03	T98.75- FE1.25	02/10/2023	30/10/2023	2341.83	28	0.323	3.294	
04	T98.75- FE1.25	02/10/2023	30/10/2023	3800.08	28	0.457	4.664	
05	T98.75- FE1.25	02/10/2023	30/10/2023	2983.18	28	0.360	3.674	
06	T98.75- FE1.25	02/10/2023	30/10/2023	2915.52	28	0.364	3.707	

NOTAS:

- Muestras de unidades de tierra reforzada con medida tradicional
- 28 días de secado

OBSERVACIONES:

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio
- Se considera el promedio de los 6 mejores resultados

  
Henry Rivadeneyra Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT



TÉCNICO DE LABORATORIO



Anexo 22: Absorción en unidades de tierra reforzada adicionado 0% de fibra de enea



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



Tesista : José Ricardo Montalvo Chávez  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha : Chiclayo, 26 de Octubre del 2023

ENSAYO : ADOBE. Absorción en unidades  
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 adaptado al adobe/ ASTM C67

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Unidad de Tierra Reforzada + 0% de Fibra de Enea	0	6310	0.00
02	Unidad de Tierra Reforzada + 0% de Fibra de Enea	0	5480	0.00
03	Unidad de Tierra Reforzada + 0% de Fibra de Enea	0	5470	0.00
04	Unidad de Tierra Reforzada + 0% de Fibra de Enea	0	5640	0.00
05	Unidad de Tierra Reforzada + 0% de Fibra de Enea	0	5690	0.00
06	Unidad de Tierra Reforzada + 0% de Fibra de Enea	0	6070	0.00
Promedio				0.00

**DONDE:**

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 6 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.  
G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.  
A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

**NOTAS**

- Sumergido a 24 horas
- Muestras en horno por 24 horas

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.
- Se realizó una adaptación para las unidades de tierra reforzada



*Henry Rivedeneyra Oblitas*  
Henry Rivedeneyra Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo

Anexo 23: Absorción en unidades de tierra reforzada adicionado 0.25% de fibra de enea



**USAT**  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo

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



Tesista : José Ricardo Montalvo Chávez  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha : Chiclayo, 26 de Octubre del 2023

ENSAYO : ADOBE. Absorción en unidades  
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 adaptado al adobe/ ASTM C57

Muestra Nº	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Unidad de Tierra Reforzada + 0.25% de Fibra de Enea	0	6310	0.00
02	Unidad de Tierra Reforzada + 0.25% de Fibra de Enea	0	5480	0.00
03	Unidad de Tierra Reforzada + 0.25% de Fibra de Enea	0	5470	0.00
04	Unidad de Tierra Reforzada + 0.25% de Fibra de Enea	0	5640	0.00
05	Unidad de Tierra Reforzada + 0.25% de Fibra de Enea	0	5690	0.00
06	Unidad de Tierra Reforzada + 0.25% de Fibra de Enea	0	6070	0.00
<b>Promedio</b>				<b>0.00</b>

**DONDE:**  
G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 6 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.  
G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.  
A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

**NOTAS**  
- Sumergido a 24 horas  
- Muestras en homo por 24 horas

**OBSERVACIONES :**  
- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.  
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.  
- Se realizó una adaptación para las unidades de tierra reforzada



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT



Anexo 24: Absorción en unidades de tierra reforzada adicionado 0.50% de fibra de enea



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



Tesista : José Ricardo Montalvo Chávez  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada

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

Fecha : Chiclayo, 26 de Octubre del 2023

ENSAYO : ADOBE. Absorción en unidades  
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 adaptado al adobe/ ASTM C67

Muestra Nº	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Unidad de Tierra Reforzada + 0.50% de Fibra de Enea	0	6310	0.00
02	Unidad de Tierra Reforzada + 0.50% de Fibra de Enea	0	5480	0.00
03	Unidad de Tierra Reforzada + 0.50% de Fibra de Enea	0	5470	0.00
04	Unidad de Tierra Reforzada + 0.50% de Fibra de Enea	0	5640	0.00
05	Unidad de Tierra Reforzada + 0.50% de Fibra de Enea	0	5690	0.00
06	Unidad de Tierra Reforzada + 0.50% de Fibra de Enea	0	6070	0.00
<b>Promedio</b>				<b>0.00</b>

**DONDE:**

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 6 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.

G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.

A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

**NOTAS**

- Sumergido a 24 horas
- Muestras en horno por 24 horas

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.
- Se realizó una adaptación para las unidades de tierra reforzada



TÉCNICO DE LABORATORIO

*Henry Rivadeneira Oblitas*  
Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT

Anexo 25: Absorción en unidades de tierra reforzada adicionado 0.75% de fibra de enea



**USAT**  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo

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



Tesista : José Ricardo Montalvo Chávez  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha : NORMA N.T.P. 399.613 / ASTM C67

ENSAYO : ADOBE. Absorción en unidades  
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 adaptado al adobe/ ASTM C67

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Unidad de Tierra Reforzada + 0.75% de Fibra de Enea	0	6192	0.00
02	Unidad de Tierra Reforzada + 0.75% de Fibra de Enea	0	5776	0.00
03	Unidad de Tierra Reforzada + 0.75% de Fibra de Enea	0	5912	0.00
04	Unidad de Tierra Reforzada + 0.75% de Fibra de Enea	0	5766	0.00
05	Unidad de Tierra Reforzada + 0.75% de Fibra de Enea	0	5802	0.00
06	Unidad de Tierra Reforzada + 0.75% de Fibra de Enea	0	6536	0.00
<b>Promedio</b>				<b>0.00</b>

DONDE:  
G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 6 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.  
G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.  
A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

NOTAS  
- Sumergido a 24 horas  
- Muestras en horno por 24 horas

OBSERVACIONES :  
- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.  
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.  
- Se realizó una adaptación para las unidades de tierra reforzada



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
**USAT**  
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

-----  
TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT



USAT  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo

## Anexo 26: Absorción en unidades de tierra reforzada adicionado 1.25% de fibra de enea



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



Tesista : José Ricardo Montalvo Chávez  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha : Chiclayo, 26 de Octubre del 2023

ENSAYO : ADOBE. Absorción en unidades  
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 adaptado al adobe/ ASTM C67

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Unidad de Tierra Reforzada + 1.25% de Fibra de Enea	0	6340	0.00
02	Unidad de Tierra Reforzada + 1.25% de Fibra de Enea	0	5790	0.00
03	Unidad de Tierra Reforzada + 1.25% de Fibra de Enea	0	5940	0.00
04	Unidad de Tierra Reforzada + 1.25% de Fibra de Enea	0	5850	0.00
05	Unidad de Tierra Reforzada + 1.25% de Fibra de Enea	0	5970	0.00
06	Unidad de Tierra Reforzada + 1.25% de Fibra de Enea	0	5940	0.00
Promedio			0.00	

## DONDE:

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 6 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.  
G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.  
A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

## NOTAS

- Sumergido a 24 horas
- Muestras en horno por 24 horas

## OBSERVACIONES :


- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.
- Se realizó una adaptación para las unidades de tierra reforzada



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT


TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 27: Succión en unidades de tierra reforzada adicionado 0% de fibra de enea



**USAT**  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo

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



Tesista  
Escuela  
Tesis

: José Ricardo Montalvo Chávez  
: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
: Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico-mecánicas de las unidades de tierra reforzada

Ubicación

: Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque

Fecha

: Chiclayo, 21 de Octubre del 2023

ENSAYO : ADOBE Período inicial de absorción (Succión)  
REFERENCIA : NTP 399.613 adaptado al adobe / ASTM C67

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso Seco (gr)	Peso Succión (gr)	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> /min)
01	Unidad de Tierra Reforzada + 0% de Fibra de Enea	447.72	6285.00	6280.00	-2.68
02	Unidad de Tierra Reforzada + 0% de Fibra de Enea	448.58	6346.00	6346.00	0.00
03	Unidad de Tierra Reforzada + 0% de Fibra de Enea	447.12	6008.00	6006.00	-0.89
04	Unidad de Tierra Reforzada + 0% de Fibra de Enea	445.55	5822.00	5823.00	0.45
05	Unidad de Tierra Reforzada + 0% de Fibra de Enea	444.02	5662.00	5659.00	-1.35


  

Promedio	-0.90
----------	-------


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.




LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
**USAT**  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo


\_\_\_\_\_  
TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT




Anexo 28: Succión en unidades de tierra reforzada adicionado 0.25% de fibra de enea



**USAT**  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo

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



Tesista : José Ricardo Montalvo Chávez  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico-mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
 Ubicación : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 21 de Octubre del 2023


ENSAYO : ADOBE.Periodo inicial de absorción (Succión)  
 REFERENCIA : NTP 399.613 adaptado al adobe / ASTM C67

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso Seco (gr)	Peso Succión (gr)	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> /min)
01	Unidad de Tierra Reforzada + 0.25% de Fibra de Enea	449.96	6062.0	6062.0	0.000
02	Unidad de Tierra Reforzada + 0.25% de Fibra de Enea	448.16	5704.0	5705.0	0.446
03	Unidad de Tierra Reforzada + 0.25% de Fibra de Enea	451.27	6441.0	6441.0	0.000
04	Unidad de Tierra Reforzada + 0.25% de Fibra de Enea	449.47	5731.0	5732.0	0.445
05	Unidad de Tierra Reforzada + 0.25% de Fibra de Enea	449.47	5804.0	5804.0	0.000

Promedio	0.18
----------	------


**OBSERVACIONES :**

- Muestreo de unidades de alfarería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.
- Se considera el promedio de los 4 mejores resultados - según la norma E.989




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

-----  
TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadenebra Obitos  
Tec. Laboratorio  
USAT



Anexo 29: Succión en unidades de tierra reforzada adicionado 0.50% de fibra de enea



**USAT**  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo

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



Tesisista : José Ricardo Montalvo Chávez  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
 Ubicación : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 21 de Octubre del 2023

ENSAYO : ADOBE.Periodo inicial de absorción (Succión)  
 REFERENCIA : NTP 399.613 adaptado al adobe / ASTM C67

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso Seco (gr)	Peso Succión (gr)	Succión (gr/200cm2/min)
01	Unidad de Tierra Reforzada + 0.50% de Fibra de Enea	448.28	5854.0	5858.0	1.785
02	Unidad de Tierra Reforzada + 0.50% de Fibra de Enea	451.27	6209.0	6212.0	1.330
03	Unidad de Tierra Reforzada + 0.50% de Fibra de Enea	450.52	5903.0	5906.0	1.332
04	Unidad de Tierra Reforzada + 0.50% de Fibra de Enea	452.59	6306.0	6309.0	1.326
05	Unidad de Tierra Reforzada + 0.50% de Fibra de Enea	446.37	5820.0	5825.0	2.240
<b>Promedio</b>					<b>1.60</b>

**OBSERVACIONES:**

- Manifiesto de autenticidad de autenticidad realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.
- Se considera el promedio de los 4 mejores resultados - según la norma E 980



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



-----  
TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneyra Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT



Anexo 30: Succión en unidades de tierra reforzada adicionado 0.75% de fibra de enea



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



Tesista : José Ricardo Montalvo Chávez  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
Ubicación : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque  
Fecha : Chiclayo. 21 de Octubre del 2023

ENSAYO : ADOBE Período inicial de absorción (Succión)  
REFERENCIA : NTP 399.613 adaptado al adobe / ASTM C67

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso Seco (gr)	Peso Succión (gr)	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> /min)
01	Unidad de Tierra Reforzada + 0.75% de Fibra de Enea	449.03	5815.0	5825.0	4.454
02	Unidad de Tierra Reforzada + 0.75% de Fibra de Enea	448.95	5903.0	5912.0	4.009
03	Unidad de Tierra Reforzada + 0.75% de Fibra de Enea	449.14	6034.0	6044.0	4.453
04	Unidad de Tierra Reforzada + 0.75% de Fibra de Enea	449.10	6390.0	6401.0	4.899
05	Unidad de Tierra Reforzada + 0.75% de Fibra de Enea	449.51	6175.0	6187.0	5.339

Promedio	4.63
----------	------

OBSERVACIONES:  
- Muestreo de unidades de alfarería realizado por el solicitante.  
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.  
- Se considera el promedio de los 4 mejores resultados - según la norma E 280



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 31: Succión en unidades de tierra reforzada adicionado 1.25% de fibra de enea



**USAT**  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo

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



Tesista  
Escuela  
Tesis  
Ubicación  
Fecha

: José Ricardo Montalvo Chávez  
: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
: Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
: Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque  
: Chiclayo, 21 de Octubre del 2023

ENSAYO : ADOBE. Periodo inicial de absorción (Succión)  
REFERENCIA : NTP 399.613 adaptado al adobe / ASTM C67

Muestra Nº	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Peso Seco (gr)	Peso Succión (gr)	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> /min)
01	Unidad de Tierra Reforzada + 1.25% de Fibra de Enea	449.06	5786.0	5799.0	5.790
02	Unidad de Tierra Reforzada + 1.25% de Fibra de Enea	448.61	5762.0	5776.0	6.241
03	Unidad de Tierra Reforzada + 1.25% de Fibra de Enea	450.04	6386.0	6400.0	6.222
04	Unidad de Tierra Reforzada + 1.25% de Fibra de Enea	448.16	5722.0	5735.0	5.801
05	Unidad de Tierra Reforzada + 1.25% de Fibra de Enea	449.59	6288.0	6302.0	6.228


  

Promedio	6.06
----------	------


  

**OBSERVACIONES:**

- Número de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del Laboratorio
- Se considerará el promedio de los 4 mejores resultados - según la norma E 980



Henry  
Rivadeneira  
Oblitas  
Téc. Laboratorio  
USAT





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**USAT**



.....

TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 32: Ensayo de Resistencia del mortero a la tracción (Mortero de barro sin adición)



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



Tesista : José Ricardo Montalvo Chávez  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
Ubicación : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque  
Fecha : Chiclayo, 21 de Octubre del 2023

ENSAYO : ADOBE.Esfuerzos de rotura mínimos.Ensayo de resistencia del mortero a la tracción  
REFERENCIA : NORMA E.080

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Mortero de barro sin aditivo	128.10	140.00	0.546
02	Mortero de barro sin aditivo	129.00	105.20	0.408
03	Mortero de barro sin aditivo	137.59	130.60	0.475
04	Mortero de barro sin aditivo	132.46	113.90	0.430
05	Mortero de barro sin aditivo	136.16	123.20	0.452
06	Mortero de barro sin aditivo	129.28	111.00	0.429

Promedio de las 4 mejores 0.476

NOTAS :

- Mortero de espesor de 15 mm
- Se toma el valor referido de Fm para el promedio
- Se considera el promedio de los 4 mejores resultados - según la norma E.080

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT

Anexo 33: Ensayo de Resistencia del murete a la compresión adicionado 0% de fibra de enea



**USAT**  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo

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



Tesista  
Escuela  
Tesis  
  
Ubicación  
Fecha

: José Ricardo Montalvo Chávez  
: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
: Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
: Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque  
: Chiclayo. 15 de Abril del 2024

ENSAYO : ADOBE. Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayo de Compresión de Muretes de adobe  
REFERENCIA : NORMA E.080

Muestra Nº	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	F <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo por ajustamiento (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Murete de Tierra reforzada + 0% de fibra de enea	127.60	2314.30	18.14	7.25	9.07
02	Murete de Tierra reforzada + 0% de fibra de enea	127.60	2230.30	17.48	6.99	8.74
03	Murete de Tierra reforzada + 0% de fibra de enea	127.92	1868.00	14.60	5.84	7.30
04	Murete de Tierra reforzada + 0% de fibra de enea	127.52	1959.80	15.37	6.15	7.68
05	Murete de Tierra reforzada + 0% de fibra de enea	127.28	2462.80	19.35	7.74	9.67
06	Murete de Tierra reforzada + 0% de fibra de enea	127.76	2229.60	17.45	6.98	8.73

Promedio de los 4 mejores resultados	<b>7.24</b>
--------------------------------------	-------------

**NOTAS:**

- Muebles con proporción de altura de aproximadamente 3 veces su ancho.
- Muebles con largo de adobe de más longitud que su ancho.
- Se toma el valor referido de F<sub>m</sub> para el promedio.
- Se considera el promedio de los 4 mejores resultados - según la norma E.080

**OBSERVACIONES:**

- Muebles de unidades de adobe realizadas por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry  
Rivadeneira  
Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT





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

TECNICO DE LABORATORIO

Anexo 34: Ensayo de Resistencia del murete a la compresión adicionado 0.50% de fibra de enea



**USAT**  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo

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



**Tesista** : José Ricardo Montalvo Chávez  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Influencia de la adición de fibra de enea en las propiedades físico/mecánicas de las unidades de tierra reforzada  
**Ubicación** : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque  
**Fecha** : Chiclayo. 15 de Abril del 2024

**ENSAYO** : ADOBE.Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayo de Compresión de Muretes de adobe  
**REFERENCIA** : NORMA E.080

Muestra Nº	Denominación de la unidad	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F'm (kg/cm <sup>2</sup> )	Fm (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo por aplastamiento (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Murete de Tierra reforzada + 0.5% de fibra de enea	127.68	1938.90	15.19	6.07	7.59
02	Murete de Tierra reforzada + 0.5% de fibra de enea	127.60	2230.30	16.69	6.67	8.34
03	Murete de Tierra reforzada + 0.5% de fibra de enea	127.44	1868.00	15.27	6.11	7.63
04	Murete de Tierra reforzada + 0.5% de fibra de enea	127.68	1959.80	15.82	6.33	7.91
05	Murete de Tierra reforzada + 0.5% de fibra de enea	127.52	2462.80	16.64	6.66	8.32
06	Murete de Tierra reforzada + 0.5% de fibra de enea	127.44	2229.60	15.86	6.34	7.93

Promedio de los 4 mejores resultados	<b>6.50</b>
--------------------------------------	-------------

**NOTAS:**

- Murete con proporción de fibra de aproximadamente 3 veces su ancho
- Murete con largo de adobe de más longitud que su ancho.
- Se basa el valor referido de Fm para el promedio
- Se considera el promedio de los 4 mejores resultados - según la norma E.080

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo de unidades de alfarería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio

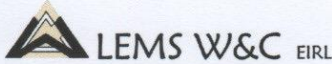


TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivasdeneyra Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT

Anexo 35: Ensayo de Resistencia del murete a compresión diagonal adicionado 0% de fibra de enea



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

---

Solicitud de Ensayo : 0804A-24/ LEMS W&C  
Solicitante : MONTALVO CHAVEZ JOSE RICARDO

Proyecto / Obra : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRA DE ENEA EN LAS PROPIEDADES FISICO/MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE TIERRA REFORZADA

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


Fecha de Apertura : Lunes, 08 de abril del 2024  
Inicio de ensayo : Lunes, 06 de mayo del 2024  
Fin de ensayo : Lunes, 06 de mayo del 2024

Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión diagonal.


Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Edad (días)	Espesor cm	Longitud cm	Altura cm	Área cm <sup>2</sup>	P kgf	f1 kg/cm <sup>2</sup>	Vm kg/cm <sup>2</sup>
01	MURETE-ADOBE PATRON	08/04/2024	06/05/2024	28	9.9	64.9	64.9	642.51	974.70	0.76	0.30
02	MURETE-ADOBE PATRON	08/04/2024	06/05/2024	28	9.8	64.7	64.7	634.06	1203.18	0.95	0.38
03	MURETE-ADOBE PATRON	08/04/2024	06/05/2024	28	10.0	64.7	64.7	647.00	1141.71	0.88	0.35
04	MURETE-ADOBE PATRON	08/04/2024	06/05/2024	28	9.6	64.8	64.8	622.08	855.90	0.69	0.28
05	MURETE-ADOBE PATRON	08/04/2024	06/05/2024	28	9.7	64.9	64.9	629.53	1089.00	0.86	0.35
06	MURETE-ADOBE PATRON	08/04/2024	06/05/2024	28	9.8	64.8	64.8	635.04	1075.81	0.85	0.34
PROMEDIO DE LAS 4 MEJORES MUESTRAS_28 días									0.35		(Kg/Cm2)


**OBSERVACIONES:**  
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



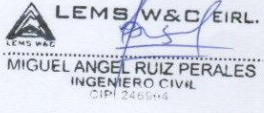
TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT  
USAT Universidad Católica Santa Teresita de El Guape

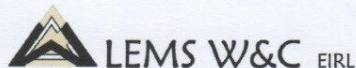


WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIPM 246164

Anexo 36: Ensayo de Resistencia del murete a compresión diagonal adicionado 0.50% de fibra de enea



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 0804A-24/ LEMS W&C  
Solicitante : MONTALVO CHAVEZ JOSE RICARDO

Proyecto / Obra : INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRA DE ENEA EN LAS PROPIEDADES FISICO/MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE TIERRA REFORZADA

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

Fecha de Apertura : Lunes, 08 de abril del 2024  
Inicio de ensayo : Lunes, 06 de mayo del 2024  
Fin de ensayo : Lunes, 06 de mayo del 2024

Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión diagonal.

Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Edad (días)	Espesor cm	Longitud cm	Altura cm	Área cm <sup>2</sup>	P kgf	f <sub>t</sub> kg/cm <sup>2</sup>	V <sub>m</sub> kg/cm <sup>2</sup>
01	MURETE ADOBE PATRON + 0.5% FIBRA DE ENEA	08/04/2024	06/05/2024	28	9.9	64.7	64.7	640.53	759.01	0.59	0.24
02	MURETE ADOBE PATRON + 0.5% FIBRA DE ENEA	08/04/2024	06/05/2024	28	9.8	64.9	64.9	636.02	706.12	0.56	0.22
03	MURETE ADOBE PATRON + 0.5% FIBRA DE ENEA	08/04/2024	06/05/2024	28	9.9	64.8	64.8	641.52	892.90	0.54	0.22
04	MURETE ADOBE PATRON + 0.5% FIBRA DE ENEA	08/04/2024	06/05/2024	28	10.0	64.7	64.7	647.00	728.16	0.56	0.23
05	MURETE ADOBE PATRON + 0.5% FIBRA DE ENEA	08/04/2024	06/05/2024	28	9.7	64.8	64.8	628.56	855.90	0.68	0.27
06	MURETE ADOBE PATRON + 0.5% FIBRA DE ENEA	08/04/2024	06/05/2024	28	9.8	64.9	64.9	636.02	948.31	0.75	0.30
PROMEDIO DE LAS 4 MEJORES MUESTRAS_28 días									0.26	(Kg/Cm2)	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



TÉCNICO DE LABORATORIO

LEMS W&C EIRL.

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Henry Rivadeneyra Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT  
USAT Universidad Santa Teresita de Áyacucho

LEMS W&C EIRL.  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 246564

*Anexo 37: Costo por unidad de adobe convencional*

<b>COSTO POR UNIDAD - Adobe patrón - MEDIDA 30 x 15 x 9 cm</b>					
<b>Rendimiento:</b>	500 und/día			<b>Costo Unitario:</b>	0.31
<b>Mano de obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Oficial</b>	hh	1.00	0.016	18.12	0.290
<b>Materiales</b>					
<b>Suelo arcilloso</b>	m3		0.0018		
<b>Agua</b>	m3		0.0007		
<b>Paja</b>	m3		0.0005	10	0.005
<b>Equipos y/ o Herramientas</b>					
<b>Herramientas manuales</b>	%mo		5%	0.29	0.014

*Anexo 38: Costo por unidad de adobe + 0.25% de fibra de enea*

<b>COSTO POR UNIDAD - Adobe adicionado 0.25% de fibra de enea - MEDIDA 30 x 15 x 9 cm</b>					
<b>Rendimiento:</b>	500 und/día			<b>Costo Unitario:</b>	0.31
<b>Mano de obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Oficial</b>	hh	1.00	0.016	18.12	0.290
<b>Materiales</b>					
<b>Suelo arcilloso</b>	m3		0.0018		
<b>Agua</b>	m3		0.0007		
<b>Paja</b>	m3		0.0005	10	0.005
<b>Fibra de enea</b>	m3		0.0004	15	0.006
<b>Equipos y/ o Herramientas</b>					
<b>Herramientas manuales</b>	%mo		5%	0.29	0.014

*Anexo 39: Costo por unidad de adobe + 0.50% de fibra de enea*

<b>COSTO POR UNIDAD - Adobe adicionado 0.50% de fibra de enea - MEDIDA 30 x 15 x 9 cm</b>					
<b>Rendimiento:</b>	500 und/día		<b>Costo Unitario:</b>		0.32
<b>Mano de obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Oficial</b>	hh	1	0.016	18.12	0.290
<b>Materiales</b>					
<b>Suelo arcilloso</b>	m3		0.0018		
<b>Agua</b>	m3		0.0007		
<b>Paja</b>	m3		0.0005	10	0.005
<b>Fibra de enea</b>	m3		0.0007	15	0.011
<b>Equipos y/o</b>					
<b>Herramientas</b>					
<b>Herramientas manuales</b>	%mo		5%	0.29	0.014

*Anexo 40: Costo por unidad de adobe + 0.75% de fibra de enea*

<b>COSTO POR UNIDAD - Adobe adicionado 0.75% de fibra de enea - MEDIDA 30 x 15 x 9 cm</b>					
<b>Rendimiento:</b>	500 und/día		<b>Costo Unitario:</b>		0.33
<b>Mano de obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Oficial</b>	hh	1	0.016	18.12	0.290
<b>Materiales</b>					
<b>Suelo arcilloso</b>	m3		0.0018		
<b>Agua</b>	m3		0.0007		
<b>Paja</b>	m3		0.0005	10	0.005
<b>Fibra de enea</b>	m3		0.0011	15	0.017
<b>Equipos y/o</b>					
<b>Herramientas</b>					
<b>Herramientas manuales</b>	%mo		5%	0.29	0.014

*Anexo 41: Costo por unidad de adobe + 1.25% de fibra de enea*

<b>Evaluación de Costos económicos</b>					
<b>COSTO POR UNIDAD - Adobe adicionado 1.25% de fibra de enea - MEDIDA 30 x 15 x 9 cm</b>					
<b>Rendimiento:</b>	500 und/día		<b>Costo Unitario:</b>		0.34
<b>Mano de obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Oficial</b>	hh	1	0.016	18.12	0.290
<b>Materiales</b>					
<b>Suelo arcilloso</b>	m3		0.0018		
<b>Agua</b>	m3		0.0007		
<b>Paja</b>	m3		0.0005	10	0.005
<b>Fibra de enea</b>	m3		0.0019	15	0.028
<b>Equipos y/ o Herramientas</b>					
<b>Herramientas manuales</b>	%mo		5%	0.29	0.014

*Anexo 42: Costo por m2 de muro*

<b>COSTO POR m2 - Adobe patrón - MEDIDA 30 x 15 x 9 cm</b>					
<b>Rendimiento:</b>	6 m2/día		<b>Costo Unitario:</b>		56.20
<b>Mano de obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Oficial</b>	hh	1.00	1.333	18.12	24.160
<b>Peón</b>	hh	1.00	1.333	16.50	22.000
<b>Materiales</b>					
<b>Unidades de tierra reforzada</b>	und		25	0.31	7.735
<b>Suelo arcilloso</b>	m3		0.0009		
<b>Paja</b>	m3		0.0001	10.00	0.001
<b>Agua</b>	m3		0.0005		
<b>Equipos y/ o Herramientas</b>					
<b>Herramientas manuales</b>	%mo		5%	46.16	2.308

*Anexo 43: Costo por m2 de muro+ 0.25% de fibra de enea*

<b>COSTO POR M2 - Adobe adicionado 0.25% de fibra de enea - MEDIDA 30 x 15 x 9 cm</b>					
<b>Rendimiento:</b>	6 m2/día		<b>Costo Unitario:</b>	56.34	
<b>Mano de obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Oficial</b>	hh	1.00	1.33	18.12	24.160
<b>Peón</b>	hh	1.00	1.33	16.50	22.000
<b>Materiales</b>					
<b>Unidades de tierra reforzada</b>	und		25	0.31	7.875
<b>Suelo arcilloso</b>	m3		0.0009		
<b>Paja</b>	m3		0.0001	10.00	0.001
<b>Agua</b>	m3		0.0005		
<b>Equipos y/o Herramientas</b>					
<b>Herramientas manuales</b>	%mo		5%	46.16	2.308

*Anexo 44: Costo por m2 de muro+ 0.50% de fibra de enea*

<b>Evaluación de Costos económicos</b>					
<b>COSTO POR m2 - Adobe adicionado 0.50% de fibra de enea - MEDIDA 30 x 15 x 9 cm</b>					
<b>Rendimiento:</b>	6 m2/día		<b>Costo Unitario:</b>	56.48	
<b>Mano de obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Oficial</b>	hh	1.00	1.33	18.12	24.160
<b>Peón</b>	hh	1.00	1.33	16.50	22.000
<b>Materiales</b>					
<b>Unidades de tierra reforzada</b>	und		25	0.32	8.014
<b>Suelo arcilloso</b>	m3		0.0009		
<b>Paja</b>	m3		0.0001	10.00	0.001
<b>Agua</b>	m3		0.0005		
<b>Equipos y/o Herramientas</b>					
<b>Herramientas manuales</b>	%mo		5%	46.16	2.308

*Anexo 45: Costo por m2 de muro+ 0.75% de fibra de enea*

<b>COSTO POR m2 - Adobe adicionado 0.75% de fibra de enea - MEDIDA 30 x 15 x 9 cm</b>					
<b>Rendimiento:</b>	6 m2/día		<b>Costo Unitario:</b>		56.62
<b>Mano de obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Oficial</b>	hh	1.00	1.33	18.12	24.160
<b>Peón</b>	hh	1.00	1.33	16.50	22.000
<b>Materiales</b>					
<b>Unidades de tierra reforzada</b>	und		25	0.33	8.154
<b>Suelo arcilloso</b>	m3		0.0009		
<b>Paja</b>	m3		0.0001	10.00	0.001
<b>Agua</b>	m3		0.0005		
<b>Equipos y/o Herramientas</b>					
<b>Herramientas manuales</b>	%mo		5%	46.16	2.308

*Anexo 46: Costo por m2 de muro+ 1.25% de fibra de enea*

<b>COSTO POR m2 - Adobe adicionado 1.25% de fibra de enea - MEDIDA 30 x 15 x 9 cm</b>					
<b>Rendimiento:</b>	6 m2/día		<b>Costo Unitario:</b>		56.90
<b>Mano de obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Oficial</b>	hh	1.00	1.33	18.12	24.160
<b>Peón</b>	hh	1.00	1.33	16.50	22.000
<b>Materiales</b>					
<b>Unidades de tierra reforzada</b>	und		25	0.34	8.433
<b>Suelo arcilloso</b>	m3		0.0009		
<b>Paja</b>	m3		0.0001	10.00	0.001
<b>Agua</b>	m3		0.0005		
<b>Equipos y/o Herramientas</b>					
<b>Herramientas manuales</b>	%mo		5%	46.16	2.308

## PANEL FOTOGRÁFICO

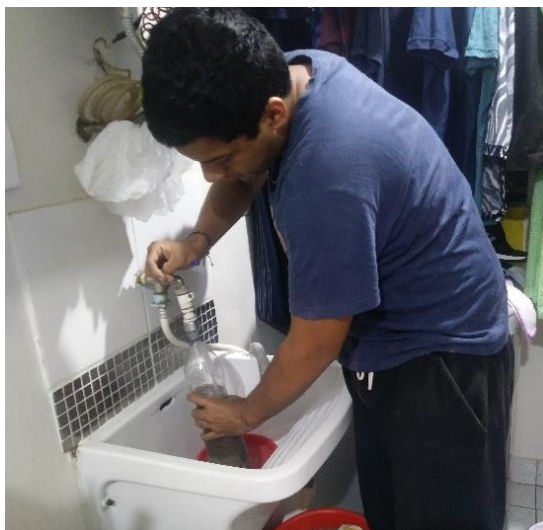
*Anexo 47: Pruebas cinta de barro*



*Anexo 48: Prueba presencia de arcilla*



*Anexo 49: Prueba granulometría en botella*



*Figura 42: Tratamiento de muestra*



*Anexo 50: Separación de muestra*



*Anexo 51: Muestras al horno*



*Anexo 52: Tamizado por granulometría*



*Anexo 53: Límites de Atterberg*



*Figura 43: Muestras de enea llevadas al laboratorio*



*Anexo 54: Toma de muestra recogida de pozo*



*Anexo 55: Elaboración de sombra para adobes*



*Anexo 56: Mezcla de barro dejando dormir*



*Anexo 57: Corte de fibra en medidas definidas*



*Anexo 58: Peso de muestra patrón*



*Anexo 59: Mezcla homogénea del barro*



*Anexo 60: Colocación de fibra de enea*



*Anexo 61: Mezcla de fibra de enea*



*Anexo 62: Elaboración de muestras*



*Anexo 63: Elaboración de muestras cilíndricas*



*Anexo 64: Muestras a Absorción*



*Anexo 65: Elaboración de mortero*



*Anexo 66: Elaboración de pilas*



*Anexo 67: Elaboración de Muretes*



Anexo 68: Tipo de falla de murete

