



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**Análisis de las Propiedades Mecánicas del Adobe
Elaborado con Fibras de Yute**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA
CIVIL**

Autora

Bach. Sanchez Guevara Eymhi Yosselin
<https://orcid.org/0000-0002-7176-8776>

Asesor

Mg. Villegas Granados Luis Mariano
<https://orcid.org/0000-0001-5401-2566>

Línea de Investigación

**Tecnología e innovación en el desarrollo de la construcción y
la Industria en un Contexto de Sostenibilidad**

Sublínea de Investigación

**Innovación y Tecnificación en Ciencia de los Materiales, Diseño e
Infraestructura**

Pimentel – Perú

2023



Universidad
Señor de Sipán

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Sanchez Guevara Eymhi Yosselin suscribe la DECLARACIÓN JURADA, soy **egresado (s)** del Programa de Estudios de **INGENIERÍA CIVIL** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autora del trabajo titulado:

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE ELABORADO CON FIBRAS DE YUTE

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Sanchez Guevara Eymhi Yosselin	DNI: 72912250	
--------------------------------	---------------	---

Pimentel, 15 de Setiembre de 2023.

REPORTE DE SIMILITUD TURINITIN

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**Análisis de las Propiedades Mecánicas d
el Adobe Elaborado con Fibras de Yute**

AUTOR

Eymhi Yósselin Sánchez Guevara

RECuento DE PALABRAS

20097 Words

RECuento DE CARACTERES

103773 Characters

RECuento DE PÁGINAS

136 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

35.0MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 30, 2023 5:58 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 30, 2023 6:00 PM GMT-5

● 23% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 21% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 16% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado

Resumen

**ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE ELABORADO
CON FIBRAS DE YUTE**

Aprobación del jurado

MAG. VARIAS RUIZ JOAQUIN GABRIEL

Presidente del Jurado de Tesis

MAG. DÍAZ CORONEL CÉSAR JESÚS

Secretario del Jurado de Tesis

MAG. REINOSO TORRES JORGE JEREMY JUNIOR

Vocal del Jurado de Tesis

Dedicatoria

A mis padres, Ricardo y Doris, por su apoyo incondicional para salir adelante y confiar siempre en mí; a mis hermanos María de los Ángeles, Richard y Ariana, que son la luz de mis ojos y el motivo para salir adelante; y a mi Mami Chela que es mi ángel en la tierra que siempre cuida de mí, por tal motivo cada escalón de éxito es por y para ellos.

Eymhi Yosselin Sanchez Guevara

Agradecimientos

Agradecer a Dios por cuidarme en el proceso de mi crecimiento profesional, a mis padres, a toda mi familia que estuvo detrás, velando por mi bienestar, y apoyando de una u otra forma para que siga adelante, y siempre poniendo las manos por mí, y hoy por hoy las metas se van cumpliendo gracias a ellos.

Eymhi Yosselin Sanchez Guevara

Índice

Dedicatoria	v
Agradecimientos.....	vi
Índice de tablas	viii
Índice de figuras.....	ix
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Formulación del problema	24
1.3. Hipótesis	24
1.4. Objetivos	24
1.5. Teorías relacionadas al tema	24
II. MATERIALES Y MÉTODO.....	39
2.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	39
2.2. Variables, Operacionalización	40
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.....	43
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..	44
2.5. Procedimiento de análisis de datos	44
2.6. Criterios éticos.....	46
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
3.1. Resultados	47
3.2. Discusión.....	69
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
4.1. Conclusiones.....	75
4.2. Recomendaciones.....	76
REFERENCIAS.....	78
ANEXOS	87

Índice de tablas

Tabla I Operacionalización de la Variable	42
Tabla II Muestras a elaborar sin y con adición de Fibras de Yute (YFy).....	43
Tabla III Análisis Granulométrico del Suelo	47
Tabla IV Contenido de Humedad del Terreno Natural.....	48
Tabla V Límite líquido y límite plástico del suelo	49
Tabla VI Índice de plasticidad del suelo	49
Tabla VII Clasificación de Suelos SUCS	50
Tabla VIII Características físicas de la Fibra de Yute (YFy)	51
Tabla IX Ensayo de resistencia del mortero a la tracción a los 28 días.....	51
Tabla X Resistencia a la Compresión del Ladrillo	52
Tabla XI Resistencia a la Flexión del Ladrillo	52
Tabla XII Resistencia a la Compresión en Unidad + 0.5% de YFy	54
Tabla XIII Resistencia a la Compresión en Unidad + 1.0% de YFy	54
Tabla XIV Resistencia a la Compresión en Unidad + 1.5% de YFy.....	55
Tabla XV Resistencia a la Compresión en Unidad + 2.0% de YFy.....	55
Tabla XVI Resistencia a Compresión en pilas + 0.5% de YFy	56
Tabla XVII Resistencia a Compresión en pilas + 1.0% de YFy	57
Tabla XVIII Resistencia a Compresión en pilas + 1.5% de YFy	57
Tabla XIX Resistencia a Compresión en pilas + 2.0% de YFy	58
Tabla XX Resistencia a Compresión diagonal en muretes + 0.5% YFy	59
Tabla XXI Resistencia a Compresión diagonal en muretes + 1.0% YFy	60
Tabla XXII Resistencia a Compresión diagonal en muretes + 1.5% YFy	60
Tabla XXIII Resistencia a Compresión diagonal en muretes + 2.0% YFy	61
Tabla XXIV Resistencia a la Flexión del Adobe + 0.5% YFy	62
Tabla XXV Resistencia a la Flexión del Adobe + 1.0% YFy	62
Tabla XXVI Resistencia a la Flexión del Adobe + 1.5% YFy	63
Tabla XXVII Resistencia a la Flexión del Adobe + 2.0% YFy	63
Tabla XXVIII Resistencia a la Compresión por Unidad (kg/cm ²) + % Fibra de Yute	64
Tabla XXIX Resistencia a la Compresión por Pilas (kg/cm ²) + % Fibra de Yute.....	66
Tabla XXX Resistencia del Murete a Compresión Diagonal (kg/cm ²) + % Fibra de Yute	67

Índice de figuras

Fig. 1. Fabricación del adobe convencional	27
Fig. 2. Composición del adobe	28
Fig. 3. Clasificación de las partículas del suelo	30
Fig. 4. Proceso de elaboración del adobe	32
Fig. 5. Ensayo del murete a la compresión	37
Fig. 6. Ensayo de compresión diagonal.....	37
Fig. 7. Ensayo de resistencia del mortero a la tracción	38
Fig. 8. Diagrama de flujo de procesos	45
Fig. 9. Resistencia a la Compresión por Unidad + % Fibra de Yute	65
Fig. 10. Resistencia a la Compresión por Pilas + % Fibra de Yute.....	66
Fig. 11. Resistencia del Murete a Compresión Diagonal + % Fibra de Yute	68

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE ELABORADO CON FIBRAS DE YUTE

Resumen

El adobe tradicional se destaca como una forma de construcción arraigada en la historia y la cultura de muchas sociedades. A través de su uso, la humanidad ha logrado erigir viviendas y edificaciones utilizando recursos locales, como tierra y fibras vegetales, para crear estructuras que se adaptan al entorno natural y responden a las necesidades climáticas y sociales. El objetivo del estudio fue analizar cómo diferentes porcentajes de fibras de yute influyen en su comportamiento mecánico, y así determinar el porcentaje óptimo de este. Para alcanzar este objetivo, se empleó una metodología de tipo aplicada, con un diseño experimental. Posteriormente, se llevó a cabo una serie de ensayos mecánicos en muestras de adobes, tanto en su estado tradicional como reforzados con diferentes cantidades de fibras de yute (0.5%, 1%, 1.5% y 2%). Los resultados indicaron que la incorporación de fibras de yute en el adobe tuvo un impacto significativo en sus propiedades mecánicas. Se observaron incrementos en sus propiedades mecánicas a medida que aumentaba el porcentaje de fibras; sin embargo, se identificó que el punto óptimo de refuerzo se encontraba en el 0.5% de fibras de yute, ya que ofrecía mejoras sustanciales en la resistencia sin comprometer la integridad del material. Concluyendo que, la adición de fibras de yute puede ser una estrategia efectiva para mejorar las propiedades mecánicas del adobe; a su vez, su aplicación contribuye al desarrollo de estructuras más resistentes y duraderas en áreas propensas a eventos naturales adversos.

Palabras Clave: Adobe, propiedades mecánicas, fibras de yute.

Abstract

Traditional adobe stands out as a form of construction rooted in the history and culture of many societies. Through its use, mankind has managed to erect homes and buildings using local resources, such as soil and vegetable fibers, to create structures that adapt to the natural environment and respond to climatic and social needs. The objective of the study was to analyze how different percentages of jute fibers influence its mechanical behavior, and thus determine the optimum percentage of jute. To achieve this objective, an applied methodology was used, with an experimental design. Subsequently, a series of mechanical tests were carried out on adobe samples, both in their traditional state and reinforced with different amounts of jute fibers (0.5%, 1%, 1.5% and 2%). The results indicated that the incorporation of jute fibers in the adobe had a significant impact on its mechanical properties. Increases in its mechanical properties were observed as the percentage of fibers increased; however, it was identified that the optimum point of reinforcement was at 0.5% of jute fibers, since it offered substantial improvements in strength without compromising the integrity of the material. In conclusion, the addition of jute fibers can be an effective strategy to improve the mechanical properties of adobe; in turn, its application contributes to the development of more resistant and durable structures.

Keywords: Adobe, mechanical properties, jute fibers.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

Numerosas civilizaciones han utilizado materiales de construcción basados en la tierra durante siglos para obtener soluciones habitacionales confiables y confortables debido a su disponibilidad, bajo costo y sostenibilidad, entre otras ventajas [1]. Todavía hoy en día, casi el 30% de la población mundial vive en casas (Materiales de Construcción Basados en la tierra) EBCM, y sube hasta un 50% en los países en vías de desarrollo [2]. Considerando que la población mundial actual es de aproximadamente 7.800 millones, con una proyección de 8.500 millones para 2030, y las predicciones que estiman que la mayor parte del crecimiento de la población se dará en los países en desarrollo en las próximas décadas, el mundo seguirá enfrentando un desafío de déficit habitacional [3].

Específicamente en los países en desarrollo, la falta de recursos económicos, la tasa de crecimiento rápido de las emisiones de carbono y la necesidad de importar materiales de construcción como acero y cemento, presionar a los gobiernos para que busquen soluciones alternativas al problema del déficit habitacional antes mencionado [4]. En términos de materiales de construcción, las industrias del acero y el cemento producen aproximadamente el 12% del CO₂, que es el mayor porcentaje entre los materiales de construcción, y muchos estudios han señalado la necesidad de materiales de construcción más sostenibles [5].

Por lo tanto, el uso de adobes alternativos podría ayudar a mitigar parte de los desafíos antes mencionados, incluidos tanto el déficit habitacional como los impactos ambientales derivados de la producción de materiales de construcción [6, 7].

El desempeño del adobe con la incorporación de las fibras naturales ha sido objeto de estudio durante las últimas décadas en cuanto a su durabilidad, desempeño mecánico y comportamiento térmico, entre otras propiedades. El uso de las fibras de yute (YFy) para reforzar los adobes es de especial interés ya que el yute es una de las fibras vegetales más baratas y producidas a nivel mundial [8].

Todavía, existen resultados limitados sobre el uso de YFy como refuerzo en el adobe que despiertan el interés de los investigadores en los últimos años. Tal es el caso que, Salgado et al., estudiaron la resistencia a la compresión y el comportamiento tenaz del adobe simple y del adobe reforzado con YFy (1,0 cm de largo y dosis de fibras desde 0,5% hasta 4% por peso de suelo). El último estudio mostró que las dosis de hasta el 1% de YFy no redujeron la resistencia a la compresión y aumentaron ligeramente la tenacidad a la compresión en comparación con los adobes simples. Los autores demostraron que mientras que las dosis de 2 a 4% de YFy aumentaron la resistencia a la compresión del adobe reforzado, también redujeron su resistencia a la compresión en comparación con los adobes simples [9]. Asimismo, He et al., evaluaron el efecto de las YFy en proporciones de 0,1% a 0,5% por peso de la mezcla de adobe, sobre la densidad aparente y la resistencia a la compresión de los adobes. Los autores encontraron que hubo una pequeña reducción en la densidad aparente de los adobes reforzados con la mayor dosis de YFy, mientras que no hubo impacto en la resistencia a la compresión de los adobes reforzados con YFy, con respecto al adobe simple [10].

Aunado a lo expuesto, aunque hay estudios adicionales que también evalúan la influencia de los JF en el rendimiento de compresión de los adobes, todavía hay propiedades importantes en términos de durabilidad [11].

Entre tanto, a partir de censos realizados en todo el Perú nos indica que hay 2 148 494 viviendas según el INEI, que esto sería alrededor de 30.82% en todo el Perú de casas que están hechas a base de adobe o tapia, ya que es un material reciclable y factible de conseguir [12]. Actualmente en todo el Perú se sigue construyendo con este material, pero en 1908 el estado llegó a prohibir a toda la nación las edificaciones con adobe, por el terremoto que ocurrió en 1898 en Arica, por lo que las casas habían quedado totalmente dañadas y para evitar lo mismo se decidió prohibir para cambiar por construcciones con materiales más seguros y que brinden buenas propiedades físicas como mecánicas [13].

El adobe es una pieza constructiva antigua, como tenemos a la ciudad precolombina

de Chan Chan, construida en la zona norte, en Trujillo. Es una de las ciudades más grades de Adobe en todo Latinoamérica, técnica que hoy en día se sigue utilizando en muchos lugares del Perú, pero hasta el día de hoy no son construidas adecuadamente y su comportamiento mecánico siguen siendo deficientes [14].

En Cusco que se caracteriza por ser una ciudad dónde el 67% de las casas rurales están elaboradas de Adobe según la Oficina Nacional de Estadísticas del Perú, ya que el adobe en esta zona es considerado como material principal para construir, dónde su elaboración es de la forma tradicional [15].

Finalmente, en Huánuco se ha observado y analizado las propiedades mecánicas de las edificaciones construidas, al hacer dicho estudio se conoció que los ensayos a la compresión de bloques de albañilería, dio muy por debajo a lo permitido con un resultado de 4.55kg/cm^2 , que según la Norma E.080 el mínimo es 10.2kg/cm^2 [16].

Luego, según el empadronamiento censal realizado en el 2017, en la Provincia de Cutervo-Cajamarca existen once mil quinientos catorce viviendas habitadas hechas a base de adobe y tapia, en resumen, es el 74.6%, más de la mitad de viviendas eligen este material como predominante, a diferencia del censo realizado en el 2007 dónde veintitrés mil doscientos cincuenta y tres que sería el 74.7%, podemos apreciar una poca diferencia, pero hasta el día de hoy sigue siendo un material muy utilizado [17].

Sin embargo, en la búsqueda permanente de soluciones constructivas más sostenibles y eficientes, ha surgido una creciente fascinación por investigar materiales convencionales mejorados con los avances modernos. En otras palabras, ha habido un esfuerzo concertado para incorporar el YFy como refuerzo para los materiales de construcción, haciéndolos adecuados para su uso en proyectos de construcción contemporáneos y sostenibles. Desde este punto de vista, Araya et al. evalúan los efectos de la incorporación de dosis variables (0,5 y 2,0 % en peso) y longitudes (7, 15 y 30 mm) de YFy en el desempeño físico/térmico/mecánico/fractura y durabilidad de los adobes. La metodología fue de tipo aplicada, diseño experimental. Los resultados mostraron que la

incorporación de dosis de 2,0% en peso de YFy aumentó la absorción de agua capilar del adobe, lo que podría afectar la durabilidad de este. Asimismo, la incorporación de YFy mejoró significativamente el comportamiento de los adobes en términos de conductividad térmica, control de agrietamiento por contracción por secado, tenacidad a la flexión y comportamiento ante la erosión hídrica, sin afectar su resistencia a la compresión y a la flexión, ya que, los índices de tenacidad a la flexión aumentaron en un 297% y la relación de densidad de grietas; no obstante, los valores de profundidad de la erosión hídrica, se redujeron en un 93% y un 62% respectivamente, cuando se incorporaron YFy de 2,0 % en peso y 15 mm de longitud en AM. Dado que la última combinación de dosis y longitud de YFy proporcionó los mejores resultados generales entre los adobes. Concluyendo que, el uso de YFy como refuerzo del adobe ha ocasionado modificaciones en las propiedades del adobe antes mencionadas [1].

Cottrell et al., determinan la influencia del contenido de humedad de la fibra en las propiedades mecánicas de los compuestos de tierra comprimida reforzada con YFy. La metodología de diseño experimental, consistió en la aplicación de 0.5% de YFy como refuerzo de la tierra comprimida. A su vez, se efectuaron ensayos para determinar el comportamiento de este elemento. Los resultados reflejaron que, la adición de 0,5% en peso de YFy con contenido de humedad natural aumentó la resistencia a la tracción ya la compresión aproximadamente 3 y 2 veces respectivamente, en comparación con las muestras no reforzadas; al mismo tiempo, de los ensayos realizados se observa, que el remojo y secado de la YFy provoca una reducción de las propiedades mecánicas. Concluyendo que, las YFy con contenido de humedad natural deben incorporarse en los adobes para lograr una resistencia a la tracción y a la compresión óptima [18].

Ramakrishnan et al., estudian los bloques fusionados con fibras vegetales para comprender la influencia de las fibras en las propiedades de los bloques de adobe. La metodología fue de tipo exploratoria, y para ello, este artículo de revisión se basa en veinticinco investigaciones importantes que incluyen la caracterización de la fibra natural junto con su celulosa, y las tablas de composición de materiales, y las propiedades mecánicas,

higrotérmicas y el rendimiento de durabilidad de la matriz de tierra. También se destacó la importancia de analizar las propiedades de la fibra que se va a fusionar e informó la falta de pruebas en criterios de durabilidad. Los resultados evidenciaron que, el coeficiente de erosión disminuye un 63% cuando el contenido de fibra aumenta hasta un 3%; asimismo, la resistencia a la abrasión disminuye para un contenido de fibra de 0 a 3%; y finalmente, el contenido de celulosa refleja un papel importante en la resistencia a la tracción del material, ya que cuando se añadió un mayor contenido de yute se alcanzó una alta resistencia a la tracción de 216-225 N/mm². Concluyendo que, el desarrollo de bloques de adobe ayudará en muchas perspectivas ambientales, especialmente en términos de protección global. el calentamiento global y el cambio climático y también puede ayudar a lograr una utilización mínima de energía y recursos [19].

Concha et al., revisaron el uso de tres tipos de fibras: vegetal, industrial y animal, para la fabricación de bloques de adobe. La metodología fue de tipo aplicada, diseño experimental. Asimismo, en este estudio se utilizaron tres fibras diferentes: yute, micro polipropileno y pelo de cerdo. El diámetro de las fibras de yute varía entre 0,102 y 0,203 mm. Las fibras de micro polipropileno presentan un diámetro medio de 0,031 mm y el diámetro de la fibra de pelo de cerdo varía entre 0,07 y 0,23 mm. Los resultados evidenciaron que, se recomienda el uso de YFy por su comportamiento a menores dosis (0.5-15%) en contraste con la fibra animal cuyo mejor comportamiento se alcanza a mayores longitudes y mayores dosis (2-15%) y la fibra industrial por las razones mencionadas. Al mismo tiempo, la resistencia al impacto de todas las mezclas se incrementó mediante la adición de fibra; específicamente, los adobes reforzados con YFy en dosificación de 2,0% y 30 mm de largo, tuvieron el mejor desempeño, aumentando la resistencia al impacto de los bloques de adobe en 2 órdenes de magnitud en comparación con el adobe simple; y finalmente, los valores de resistencia a la compresión y a la flexión no fueron influenciados por la adición de fibras; sin embargo, la variabilidad de los resultados aumentó en comparación con el adobe simple. Concluyendo que, en base a los hallazgos de este estudio, recomendamos utilizar YFy con una dosis de 0,5% y una longitud

de 30 mm [20].

Jaramillo et al., desarrollaron un producto de mampostería sostenible para la construcción con propiedades físicas y mecánicas mejoradas. La metodología fue de tipo aplicada, diseño experimental. Se utilizaron materias primas para aumentar la resistencia mecánica del ecoladrillo. Los resultados mostraron que los ecoladrillos presentaron un valor menor en su resistencia a la compresión con adiciones de 2:1, 2:2, 2:3 con resistencias promedio de 3.34, 3.70 y 4.5 MPa, respectivamente en comparación con el ladrillo común (8.28 MPa), estos valores indican una reducción en la resistencia a la compresión de alrededor de dos veces en comparación con el ladrillo común. Por otro lado, los ecoladrillos no presentaron fracturas luego del ensayo de compresión. Además, las densidades de los ecoladrillos corresponden a tipo medio según la literatura. Concluyendo, que la incorporación de fibras naturales ayuda a promover el uso racional de los recursos disponibles, aplicando procedimientos estándar colombianos para la elaboración de productos de albañilería, estableciendo así que estos eco-materiales pueden ser utilizados para construir viviendas sostenibles debido a que no contaminan en el proceso de fabricación [21].

Alayo, realizó un análisis de la capacidad de resistencia a la flexión y compresión de ladrillos de adobe compactado al introducir distintas cantidades de fibras de yute en comparación con los ladrillos de adobe convencionales. La metodología fue de tipo aplicada, diseño experimental. Utilizó el material de la cantera "Cruz Blanca"; asimismo, se incorporaron cantidades porcentuales de 0.1%, 0.5% y 1.0% de YFy. Para caracterizar el material, llevó a cabo una serie de pruebas de laboratorio, que incluyeron determinar la humedad, realizar análisis granulométricos, establecer los límites de consistencia y emplear el ensayo de Proctor modificado. Una vez que se obtuvieron todas las propiedades del material y se adquirieron fibras de yute de 25 mm de longitud, se procedió a fabricar 6 unidades de muestra para cada nivel de incorporación utilizando la máquina CINVA RAM. Los resultados obtenidos fueron favorables: la resistencia a la compresión cumplió parcialmente con la hipótesis planteada. A medida que se añadían YFy al adobe compactado,

la resistencia a la compresión aumentaba, mejorando en más del 10% en comparación con el adobe compactado sin fibras (patrón). Sin embargo, este incremento se detuvo al llegar a la última adición de 1% de YFy. A pesar de esto, el rendimiento seguía siendo más de un 10% superior al del adobe sin fibras. De otro modo, en cuanto a la resistencia a la flexión, los resultados respaldaron la hipótesis de mejorar en más de un 10%. No se observaron interrupciones, y la resistencia aumentó a medida que se incorporaron fibras de yute en proporciones de 0.10%, 0.50% y 1% en relación al peso del adobe patrón. Concluyendo que, la adición de YFy puede potenciar significativamente las propiedades de resistencia a la flexión y compresión del adobe compactado. Asimismo, este estudio puede tener implicaciones prácticas en la construcción sostenible y en la mejora de la seguridad y durabilidad de las estructuras construidas con este material; sin embargo, es importante considerar que existe un punto óptimo de incorporación de fibras, ya que un exceso podría no generar mayores beneficios [22].

Salazar, analizó la resistencia a la compresión axial del adobe compactado al agregar fibras naturales. La metodología fue de tipo aplicado, diseño experimental. Se añadieron diferentes porcentajes de fibra (0.25%, 0.50%, 0.75% y 1%) con una longitud constante de 4 cm en relación al peso seco del adobe. Asimismo, se llevaron a cabo pruebas de laboratorio, incluyendo la determinación del contenido de humedad, análisis granulométrico, índices de plasticidad, CBR y ensayo de Proctor Modificado. Estos análisis permitieron clasificar el suelo y definir la humedad óptima para la elaboración de las unidades de adobe. Se produjeron 40 unidades de adobe compactado con los distintos porcentajes de fibra mencionados y 10 unidades de adobe compactado sin fibra (unidades patrón). Los resultados revelaron que, para los porcentajes de 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1% de fibra, las resistencias a la compresión axial fueron de 24.75 kg/cm², 23.93 kg/cm², 23.49 kg/cm² y 21.88 kg/cm², respectivamente. En contraste, las unidades de adobe compactado sin fibra mostraron una resistencia a la compresión axial de 19.82 kg/cm². Concluyendo que, la máxima resistencia a la compresión axial en el adobe compactado se logra mediante la adición de un 0.25% de fibra natural [23].

Condori & Solano, determinaron la proporción óptima de fibra natural en el adobe para maximizar sus cualidades. Para llevar esto a cabo, se adoptó un enfoque de investigación aplicada, con un nivel de investigación explicativo. La población constó de 144 unidades de adobe con porcentajes de 0%, 8%, 16% y 33% de fibra natural, y se tomó una muestra de 72 unidades para el análisis. Los resultados demostraron que, en la prueba de compresión, se alcanzó la máxima resistencia promedio a la compresión (45.95 kg/cm^2) en probetas prismáticas de $12 \times 12 \times 12 \text{ cm}$ elaboradas con una proporción del 33% de fibra natural. De manera similar, en la prueba de tracción, se obtuvo la máxima resistencia promedio (11.18 kg/cm^2) en probetas prismáticas de $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ con una proporción del 33% de fibra natural. Además, se logró un porcentaje mínimo promedio de absorción de 24.57% en los adobes de $10 \times 30 \times 40$ elaborados con una proporción de fibra natural del 33%. No obstante, es relevante mencionar que este porcentaje (24.57%) no cumplió con la norma E070, la cual establece que la absorción mínima debe ser del 22%. Concluyendo que, la inclusión de fibra natural en el adobe condujo a mejoras en la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por flexión y prevención de fisuración durante el secado del material [24]

Mateo, se enfocó en examinar el impacto de la incorporación de fibras naturales en las propiedades del adobe. En este contexto, se empleó una metodología de investigación aplicada con un enfoque cuantitativo. El diseño utilizado se categorizó como cuasiexperimental, y el nivel de investigación aplicada se caracterizó como correlacional. Los resultados observaron cambios numéricos en las propiedades del adobe. Específicamente, en las pruebas de resistencia a la compresión y a la flexión, se lograron incrementos de 22.12 y 75.22 kg/cm^2 respectivamente. Por otro lado, en el ensayo de absorción de agua, no se logró reducir los valores; en su lugar, se identificó un aumento del 19.26% en comparación con la muestra patrón que presentaba un 16.03% de absorción. Concluyendo que, la aplicación de fibras naturales en porcentajes de 0.2% y 0.15% en los adobes, produjo aumentos significativos en los valores de resistencia a la compresión y flexión; no obstante, en el ensayo de absorción de agua al 1%, no se logró una disminución, ya que este valor se

elevó en un 19.26%, superando así la muestra patrón que tenía una absorción del 16.03% [25].

Florez & Limpe, buscaron elevar las características mecánicas de la mampostería de adobe tradicional, específicamente la resistencia a la compresión axial y diagonal, a través de la introducción de fibras naturales. La metodología fue de tipo aplicada, diseño experimental. Las muestras se prepararon con proporciones de 0.05%, 0.15% y 0.20% de fibra natural, manteniendo constante la relación de masa de suelo con un 20% de contenido de agua y un 0.20% de paja. Además, se fabricaron muestras con 0.20% y 0.35% de paja, y estos porcentajes se determinaron en base al peso seco de las fibras en relación con el peso seco del suelo. El proceso de tipificación dividió las muestras en 5 grupos, cada uno con 3 especímenes, generando un total de 15 especímenes para cada conjunto de ensayos programados. Los resultados evidenciaron que, la adición de fibra natural en general mejoró la resistencia de la mampostería de adobe tradicional. En el caso de la resistencia a la compresión axial en las pilas, se alcanzó un valor máximo de 9.07 kg/cm². En cuanto a la resistencia a la compresión diagonal de los muretes, se obtuvo un valor máximo de 0.55 Kg/cm². Estos valores más altos se encontraron en muestras que incluían un 0.20% en peso de paja y un 0.20% en peso de fibra natural [26].

Guerrero & Purisaca, estudiaron los efectos de las fibras en las propiedades mecánicas del adobe. La metodología fue de tipo aplicada, diseño experimental. realizaron combinaciones de fibra al 0.25%, 0.5%, 0.75% y 1% en relación al peso del árido fino y con una longitud de 70 mm de respectivamente, a dichas fibras se realizaron un tratamiento químico con NaOH al 5%. Los datos obtenidos y de acuerdo a la clasificación del terreno natural se obtuvo un límite líquido de 23.74%, límite plástico de 16.33%, índice de plasticidad de 7.40%, contenido de humedad del 14,41%. También se consideró como un terreno arcilloso de baja plasticidad. Asimismo, de los ensayos de resistencia a compresión en unidades, pilas y muretes mostraron una mejora en relación a la muestra patrón de 50.93%, 41.48% y 54.59% respectivamente adicionando 0.5% de fibra. Concluyendo que, adiciones

de fibras naturales en el adobe mejoran significativamente sus características mecánicas, acatando con lo establecido de la norma E.080 [27].

Rázuri, determinó el comportamiento mecánico del adobe reforzado con fibras sostenibles. La metodología fue de tipo aplicada, diseño experimental. Asimismo, se elaboran muestras tradicionales de adobe y con adición de 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.00% de fibra. Los resultados mostraron que, la resistencia a compresión de unidades de adobe tradicional fue de 11.10 kg/cm²; igual modo, obtuvo una resistencia a flexión de 7.48 kg/cm². No obstante, en su resistencia a la compresión de unidades cuando se añadieron cantidades de 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.00% de fibra se obtuvieron valores de 13.95, 13.35, 12.59 y 11.42 kg/cm² respectivamente. Por su lado, en su resistencia a flexión, cuando se añadieron porcentajes de 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.00% de fibra se obtuvieron valores de 9.08, 8.11, 7.97 y 7.35 kg/cm² respectivamente. Concluyendo que, la incorporación de las fibras favorece el comportamiento de las muestras de adobe tradicional [28].

Vega, llevó a cabo una evaluación de la resistencia a la compresión del adobe compactado con la incorporación de fibra natural. La metodología fue de tipo aplicado, diseño experimental. Para realizar esta investigación, se ejecutó un estudio de suelos con el fin de caracterizar los materiales y producir bloques de adobe compactado. Inicialmente, se realizó un análisis granulométrico y se determinaron los límites de consistencia para clasificar los suelos y comprobar si cumplían con los requisitos establecidos por la norma técnica E.080 sobre diseño y construcción con tierra reforzada. Se procedió a fabricar bloques de tierra en dos grupos: uno que consistía en muestras patrón sin la adición de fibra natural, y otro que contenía porcentajes de 10%, 20% y 30% de fibra en los bloques de tierra. Los resultados del ensayo de resistencia a la compresión indicaron que todos los adobes superaron los valores mínimos establecidos por la norma técnica de edificaciones E.080. Asimismo, los valores obtenidos para la muestra patrón y para los adobes con los porcentajes de 10%, 20% y 30% de fibra fueron 18.59 kg/cm², 20.12 kg/cm², 25.26 kg/cm² y 28.54 kg/cm², respectivamente. De estos valores, se destaca que el adobe con la mejor resistencia a la compresión fue aquel

que contenía un 30% de fibra natural. Concluyendo que, estos hallazgos son valiosos para la construcción sostenible y la aplicación de materiales naturales en la mejora de la calidad y la durabilidad de las estructuras de adobe [29].

Rodríguez, realizó una comparación de la resistencia a la compresión entre el adobe reforzado con fibras naturales al 2% y el adobe convencional utilizado en la zona de estudio, tomando como base dicho adobe clásico. La metodología fue de tipo aplicada, diseño experimental. Para llevar a cabo esta comparación, se elaboraron especímenes de adobe con la proporción mencionada de fibra natural. Paralelamente, se confeccionaron especímenes patrón con las mismas características técnicas que los adobes tradicionales utilizados en la construcción de viviendas de la zona de estudio. Se realizó un análisis de mecánica de suelos. Al mismo tiempo, se llevaron a cabo ensayos de Resistencia a la Compresión de la unidad, el ensayo de Resistencia a la Compresión Axial y el ensayo de Compresión Diagonal tanto para los especímenes patrón como para los adobes reforzados con fibra natural. Los resultados constataron que, el adobe reforzado con un 2% de fibra natural en peso cumple con las normativas establecidas en la Norma E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Además, se determinó que el adobe reforzado con un 2% de fibra muestra un comportamiento superior al adobe patrón, demostrando una mayor capacidad de carga y una resistencia mejorada en términos de deformación [30].

En particular, en Cajamarca, donde el adobe juega un papel fundamental en la construcción de viviendas y estructuras locales, es de suma importancia explorar alternativas innovadoras para mejorar este material. Sin embargo, hasta la fecha, se observa una marcada ausencia de investigaciones que aborden el análisis del adobe al incorporar fibras de YFy en esta región. Esta carencia en la literatura subraya la urgente necesidad de emprender investigaciones que investiguen los beneficios y los posibles impactos de añadir fibras al adobe en términos de sus propiedades mecánicas, durabilidad y capacidad estructural. Aunado a lo expuesto, se espera que esta investigación contribuya a establecer un nuevo marco de conocimiento para futuros investigadores, proporcionándoles una base

sólida a partir de la cual puedan desarrollar sus propios estudios. Al mismo tiempo, el análisis planteado no solo busca llenar un espacio en la investigación, sino también sentar las bases para una epistemología que inspire y guíe a investigadores posteriores en su búsqueda de soluciones constructivas más avanzadas y sostenibles en Cajamarca y sus alrededores.

Posteriormente, es necesario señalar la investigación en estudio presentara justificaciones desde diferentes puntos de vista. Desde el punto de vista social se fundamenta, puesto que, es de suma importancia que las personas vivan en una construcción que les genere confianza y seguridad, ya que lo primordial es cuidar la vida de las personas, al investigar nuevas técnicas de construcción, y que éstas sean mejores que las actuales, hace un hincapié de que existen muchas maneras de mejorar los materiales, y a base de estudios lo que se busca es generar nuevos e innovadores materiales que generen mayor confianza en los pobladores y puedan posteriormente utilizarlo. También, se justifica económicamente, dado que, actualmente vivimos en un mundo que no todos tenemos las facilidades económicas que algunos poseen, y se necesita que a partir de ello nos enfoquemos en construcciones que aún se siguen utilizando por ser prácticos y económicos, como es el Adobe. Entonces partiendo de ello podemos mejorar sus propiedades con materiales que son factibles de conseguir y muy bajo costo, y así brindar una buena calidad. Entre tanto, se justifica técnicamente, de modo que, mediante ensayos de laboratorio analizaremos como las propiedades mecánicas del adobe pueden cambiar incorporando ciertos porcentajes de fibras de yute en su elaboración, así se realizará diferentes bloques de adobe con y sin el material mencionado, y de esta manera comparar los resultados obtenidos.

La importancia de la investigación radicar en buscar soluciones para elaborar casas de adobe, en el Perú en la parte de la sierra la mayoría de las casas aún son de adobe, pero estas son de muy malas condiciones, conociendo nuevas opciones vamos a permitir una buena calidad y así aumentar la vida útil a estas construcciones.

1.2. Formulación del problema

¿Se mejorará las propiedades mecánicas del adobe si se incorpora YFy en su proceso de elaboración?

1.3. Hipótesis

La incorporación de las YFy mejorará las propiedades mecánicas del adobe significativamente.

1.4. Objetivos

Objetivo general

Analizar las propiedades mecánicas del adobe elaborado con YFy.

Objetivos específicos

- Determinar la clasificación del suelo a emplear en la fabricación de adobes.
- Determinar la resistencia mecánica del adobe patrón.
- Determinar la resistencia mecánica del adobe patrón incorporando 0.5%, 1%, 1.5% y 2% de YFy.
- Determinar el porcentaje óptimo de YFy.

1.5. Teorías relacionadas al tema

- Historia del Adobe

El uso de la tierra cruda como material de construcción se introdujo en todo el mundo en la antigüedad. Los ladrillos de barro secados al sol aparecieron por primera vez alrededor del año 10000 a. C., mientras que la evidencia de la producción más antigua de adobes moldeados se remonta al siglo VI a. C. en Mesopotamia.

El uso internacional y generalizado de materiales de tierra es evidente hoy en día en

los miles de monumentos de tierra del patrimonio construido que existen en todo el mundo. Alrededor del Mediterráneo, Medio Oriente, Mar Egeo, Siria-Palestina, Anatolia, India y China, hallazgos arqueológicos desde el Neolítico en adelante atestiguan la existencia de construcciones de tierra y el uso de ladrillos de adobe en particular. Estos ladrillos se moldeaban a mano o se fabricaban con moldes rectangulares de madera.

La historia de la arquitectura de tierra de Chipre se remonta al Neolítico (8500 a. C.- 4500 a. C.). Aunque otras técnicas de construcción con tierra, como la tierra apisonada (pisé) y la mazorca, existían ampliamente en la mayor parte del Mediterráneo, Oriente Medio, Siria y Anatolia, en Chipre los ejemplos de tales técnicas son escasos, y la producción de ladrillos de adobe parece haber prevalecido.

De hecho, hasta la primera mitad del siglo XX, los ladrillos de adobe (junto con la piedra de escombros/silla) fueron los materiales de construcción predominantes en la isla; estos se utilizaron ampliamente para la construcción de muros de mampostería de carga en viviendas de una o dos plantas o en edificios de talleres/comerciales. En el pasado 60–80 años, tanto en Chipre como a nivel internacional, disminuyó el uso de técnicas tradicionales de construcción con tierra, incluida la construcción con adobe. Esto se atribuye principalmente a la modernización de la sociedad local, las tendencias de urbanización (especialmente durante la segunda mitad del siglo XX), la introducción de materiales de construcción industrializados y la adopción de códigos y reglamentos de construcción nacionales, que impusieron la implementación de ingeniería diseño. Como consecuencia del declive en el uso de los ladrillos de adobe, se fueron perdiendo paulatinamente las técnicas empíricas y los conocimientos sobre la producción y uso de este material.

Hoy en día, existe un renovado y creciente interés generalmente aceptado, tanto en la industria como en la academia, especialmente en países con una gran tradición en arquitectura de tierra, por la reintroducción de la construcción de adobe y la reutilización de materiales de tierra en la arquitectura contemporánea. en el marco de la promoción de la construcción sostenible y respetuosa con el medio ambiente. Los sectores público y privado,

las personas y las asociaciones profesionales de construcción e ingeniería están mostrando un mayor interés en el redescubrimiento y la evaluación de la arquitectura de tierra, tanto para mejorar las prácticas de restauración como para promover la construcción de tierra contemporánea y respetuosa con el medio ambiente. Además, Todavía se pueden encontrar numerosos edificios de adobe de herencia vernácula en asentamientos históricos y prehistóricos de todo el mundo. Estos edificios, en la mayoría de los casos, están protegidos y requieren enfoques e intervenciones de conservación y restauración que aseguren su durabilidad para las generaciones futuras [31].

- **Adobe**

El adobe es el material de construcción más básico que data de hace unos 5000 años. Más de un tercio de la población mundial ahora vive en estructuras de adobe. Además, según las estadísticas de la UNESCO, el 10% del patrimonio mundial registrado está compuesto por estructuras de adobe. Se pueden encontrar ejemplos destacados del patrimonio de adobe en 'Generalife' en Granada, España, y en 'Chogha Zanbil Conservation Project' en Irán [32].

Adobe tiene propiedades beneficiosas que lo convierten en un material de construcción continuo por su baja contaminación ambiental, asequibilidad, alto almacenamiento térmico y óptimo para calefacción en invierno y refrigeración en verano. La producción de adobe requiere solo el 1% de la energía necesaria para producir cemento Portland y puede lograr un mejor equilibrio de la humedad dentro del edificio que cualquier otro material de construcción tradicional. Otras ventajas son su fácil y económica producción, buen comportamiento acústico, resistencia al fuego y al ser de tierra es amigable con el medio ambiente. La arcilla y la arena se utilizan para producir adobe, aunque se pueden agregar algunos materiales químicos para fortalecer las propiedades mecánicas del adobe [33]. Por otro lado, este material es considerado como bloque firme de tierra que ha pasado una cocción, la cual puede comprender diversos elementos y paja para renovar su estabilidad de agentes externos. Asimismo, puede presentar una planta cuadrada o rectangular, con ángulos distritos de 90° de manera especiales [34].

Según información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en 2018, alrededor del 32.6% de las construcciones en Perú se componen de materiales como adobe y paja. Asimismo, se plantea la idea de que estas edificaciones son más propensas a sufrir daños en condiciones climáticas extremas debido a la afinidad del adobe por la humedad. Cuando el aire está saturado de humedad, el adobe tiende a absorberla, lo que provoca una reducción en su integridad estructural y afecta su capacidad para soportar cargas y resistir tensiones cortantes. Como consecuencia, estas estructuras se vuelven más vulnerables a colapsar en situaciones adversas [35].

Entre tanto, la NTE.080, expone que, el adobe debe presentar una estructura sólida y solo se admite la presencia de perforaciones que sean perpendiculares a su superficie de apoyo principal, es decir, la cara mayor. Estas perforaciones no deben abarcar más del 12% del área total de dicha superficie. Además, se requiere que el adobe esté exento de elementos ajenos, grietas, fracturas u otras imperfecciones que puedan comprometer su resistencia o durabilidad. Esto se establece en la Norma Técnica de Edificación para el Adobe [36].



Fig. 1. Fabricación del adobe convencional

Nota. De la Fig. 1 se observan adobes convencionales y su método de elaboración. Obtenido de Antay [35].

- Composición del Adobe

Los ladrillos de adobe son materiales sólidos hechos de tierra seca o barro, y son mezclas de varias concentraciones de arena (S), limo (M) y arcilla (C). Se han utilizado durante miles de años como material de construcción para estructuras y continúan utilizándose en la actualidad con diversas modificaciones. Debido a que las partículas de arcilla más pequeñas son un aglutinante importante para los ladrillos, los ladrillos de adobe típicos incorporan entre un 15 y un 25% de arcilla en sus mezclas. Además del suelo, con frecuencia se agregan otros componentes para mejorar las propiedades relevantes. Se pueden agregar muchas fibras naturales, típicamente derivadas de materiales vegetales, para reducir el agrietamiento y promover la estabilidad [37].

Según, la NTE.080 establece las proporciones adecuadas de los componentes de la unidad de adobe, que son "arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%". Además, la norma prohíbe el uso de suelos orgánicos en la mezcla [38].

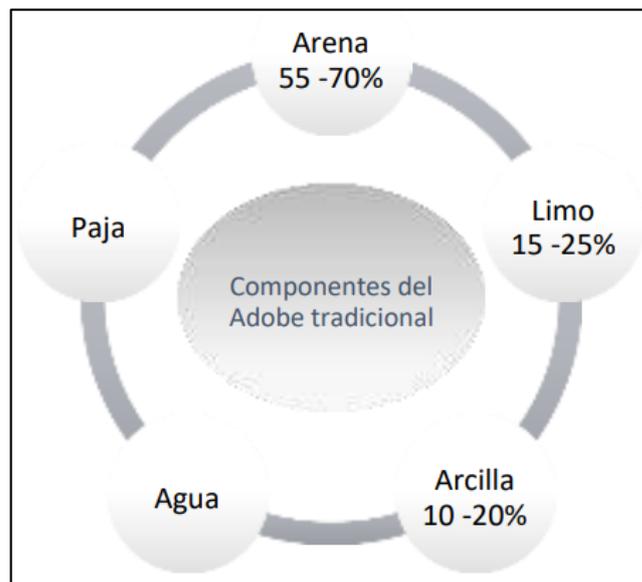


Fig. 2. Composición del adobe

Nota. De la Fig. 2 se observa las cantidades porcentuales de los conglomerantes para la fabricación de adobe. Adaptado de NTE.080 [38].

Es preciso mencionar que, las propiedades del suelo influyen significativamente en la resistencia de los componentes de las construcciones de adobe, especialmente en relación

con la variación dimensional y alabeo causados por el secado y la solidez del material al secarse [39, 40].

- **Dimensiones del Adobe**

Las dimensiones se adecuan conforme a las directrices establecidas en la regulación oficial, establecen que, los ladrillos de adobe presentan una forma paralelepípeda (con una base rectangular), y para determinar sus dimensiones, es necesario seguir estas proporciones indicadas a continuación [41]:

- a) Aproximadamente, el largo debe ser el doble del ancho (2:1).
- b) Aproximadamente, el largo debe ser cuatro veces la altura (4:1).
- c) Se recomienda que la altura sea mayor a 8 cm siempre que sea posible.

- **Suelo**

El suelo es generalmente una estructura heterogénea que consiste en la fase sólida y el espacio poroso, y se organiza de manera jerárquica bajo las interacciones de factores abióticos y bióticos [42]. Por su lado, Soil Science Society of America, define al suelo como el material orgánico o mineral natural no consolidado en la superficie inmediata de la Tierra producido por la meteorización biológica, química o física. El suelo ha estado sujeto y muestra efectos de factores genéticos y ambientales de: clima (incluidos los efectos del agua y la temperatura), y macro - microorganismos, condicionados por el relieve, que actúan sobre el material original durante un período de tiempo. Un suelo difiere del material del que se deriva en muchas propiedades y características físicas, químicas, biológicas y morfológicas [43].

- **Características físicas del Suelo**

El suelo es un medio complejo en el que interactúan las fases sólida, líquida y gaseosa, lo que dificulta la predicción de su comportamiento. Teniendo en cuenta este escenario, los sistemas de clasificación de suelos surgieron hace décadas para proporcionar a los científicos, ingenieros y técnicos herramientas para categorizar los suelos según su

comportamiento/propiedades más probables de una manera sencilla, utilizando terminología común para evitar la necesidad de descripciones o explicaciones elaboradas. Al mismo tiempo, el tamaño de partícula es una de las propiedades más básicas del suelo. En general, esta propiedad se caracteriza por obtenerse mediante métodos relativamente sencillos y fácilmente interpretables. Por lo tanto, el uso de escalas arbitrarias de tamaño de partículas para separar arena, limo y arcilla se ha aceptado tradicionalmente hasta el día de hoy. Esto se evidencia por el uso generalizado de uno de los sistemas de clasificación de suelos más conocidos: USDA e internacional, tal como se muestra en la Fig. 2. [44]:

ESTADOS UNIDOS		INTERNACIONAL	
Fracción del suelo	Diámetros Límites en mm	Diámetros	Límites en mm
Arena muy gruesa	2.00-1.00	Arena gruesa	2.00-0.20
Arena gruesa	1.00-0.50	Arena fina	0.20-0.02
Arena media	0.50-0.25	Limos	0.02-0.002
Arena fina	0.25-0.10	Arcilla	< de 0.002
Arena muy fina	0.10-0.05		
Limos	0.05-0.002		
Arcilla	< de 0.002		

Fig. 3. Clasificación de las partículas del suelo

Nota. De la Fig. 3 se observa la clasificación según los sistemas USDA y Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo. Adaptado de Moreno & Azcárate [44].

- Agua

El agua, vital para la existencia, desempeña un papel esencial en el proceso de hidratación del suelo, lo que facilita la creación de una mezcla moldeable para la producción de adobe. A través de la combinación de agua y tierra, se logra obtener una pasta de consistencia adecuada conocida como barro. La presencia de agua en esta mezcla confiere una manipulación sencilla y una trabajabilidad óptima. Esta última hace referencia a la

facilidad con la que el barro puede ser transportado, colocado, compactado y finalizado [45].

- **Clasificación del adobe**

Según Antay, la diversidad de estos tipos de adobe refleja la adaptación del material a diferentes contextos y necesidades, desde la construcción tradicional hasta aplicaciones más modernas y técnicas [35]:

- a) Sin molde: Este tipo de adobe se caracteriza por su conformación manual sin el uso de moldes. Su fabricación involucra una mezcla de arcilla, arena y agua que se modela a mano para crear bloques irregulares. Aunque es menos uniforme, mantiene un aspecto rústico y se emplea en construcciones tradicionales.
- b) Adobe del suelo húmedo natural: Aquí, se utiliza la tierra en su estado natural, humedeciéndola para formar una masa que se moldea en ladrillos. Estos adobes se secan al sol y son comunes en regiones donde el adobe es una técnica ancestral de construcción.
- c) Adobe con molde: En este caso, se emplean moldes para garantizar una forma y tamaño uniformes en los ladrillos de adobe. El proceso implica llenar el molde con la mezcla de arcilla, arena y agua, y luego dejar secar los ladrillos antes de su uso en la construcción.
- d) Tapial: A diferencia del adobe tradicional, el tapial involucra la compactación manual de una mezcla de tierra apisonada, cal y agua en encofrados temporales. Una vez que la mezcla se solidifica, se retira el encofrado, dejando una pared firme y resistente.
- e) Adobe estabilizado: Este tipo de adobe se refuerza mediante la adición de estabilizantes naturales o químicos, como cal, cemento o fibras. Estos componentes mejoran la durabilidad y resistencia del adobe, permitiendo su uso en construcciones más exigentes y duraderas.

- Proceso de fabricación del adobe

De acuerdo a Quijano, para la fabricación del adobe de debe realizar los siguientes pasos [46]:

1. Antes de utilizarlo, es necesario sumergir el molde en agua.
2. Para preparar el barro destinado a los adobes, se agita la tierra escogida para eliminar las piedras que superen los 5 mm.
3. Es importante añadir cantidades adecuadas de agua para humedecer la tierra en proceso.
4. Agregar fragmentos de paja a la mezcla de barro y luego nivelar la superficie con una regla que previamente ha sido mojada.
5. Al finalizar, es fundamental ubicar los adobes manufacturados en un lugar seguro a fin de resguardarlos de la exposición al sol y al viento, permitiendo así un secado apropiado.



Fig. 4. Proceso de elaboración del adobe

Nota. De la Fig. 4 se observa el proceso de fabricación del material tradicional como es el adobe. Adaptado de Quijano [46].

- **Viviendas tradicionales**

A lo largo de la historia, la evolución de la necesidad humana de construir viviendas ha impulsado el desarrollo de sistemas constructivos, entre ellos la mampostería, que ha empleado una variedad de materiales como adobe, ladrillo, madera y piedra, entre otros. En diferentes partes del mundo, algunas estructuras han demostrado una notable resistencia ante sismos de magnitud moderada [47].

En la actualidad, las construcciones tradicionales continúan siendo económicas tanto en términos de proceso constructivo como de los materiales utilizados. Se han observado ejemplos de edificios construidos con adobe que han resistido bien el paso del tiempo y los embates de desastres naturales, como el sismo que particularmente afectó a estructuras de construcción rústica [48]. Según el Banco Mundial, alrededor del mundo, el 67% y el 60% de personas con ingresos medios bajos y bajos, respectivamente, provenientes de países con economías mínimas, sufren las consecuencias de terremotos, y el 85% de las víctimas mortales de estos eventos residen en áreas rurales [49]. Cabe destacar que las viviendas construidas con materiales naturales, como la tierra, ofrecen beneficios notables tanto para el medio ambiente como para sus habitantes. Entre estos se incluyen una excelente regulación de la temperatura, ya que poseen propiedades aislantes, así como una armoniosa interacción con la naturaleza [50].

En la búsqueda de alternativas contemporáneas y resistentes, se investigan nuevos materiales. Los estudios se concentran en mejorar las propiedades de materiales existentes, como el adobe, a través de la incorporación de residuos naturales. Dado que un considerable número de personas habita en viviendas de adobe, se genera preocupación por la ubicación de estas edificaciones, especialmente en zonas sísmicas. En estos casos, se somete el material a análisis de resistencia sísmica con el objetivo de identificar las mejores prácticas para fortalecer la resistencia del adobe [51].

- **Vulnerabilidad sísmica en viviendas de Adobe**

Los fenómenos naturales adversos, como es ampliamente conocido, representan un

riesgo constante para la sociedad, originando un alto número de devastaciones a raíz de terremotos, huracanes y tsunamis. De acuerdo con la base de datos internacional de desastres (EM-DAT), en el año 2019, los desastres naturales provocaron un total de once mil setecientas cincuenta defunciones y afectaron a noventa y cinco millones de personas. Un ejemplo impactante fue el terremoto que sacudió Haití en 2010, cobrando la vida de doscientas veintidós mil quinientas personas [52, 53]. Por esta razón, se han emprendido estudios de evaluación de riesgo sísmico con el propósito de establecer un sistema capaz de resistir la magnitud de los sismos, generando así un índice anual de vulnerabilidad [54].

Aunque el adobe presenta numerosas ventajas medioambientales y económicas, también exhibe algunas desventajas en relación con su resistencia sísmica, ya que con frecuencia no se realiza un análisis detenido antes de iniciar un proyecto de construcción [55]. Por lo tanto, se divulgan los índices de vulnerabilidad como forma de mejorar el comportamiento de las viviendas y minimizar las pérdidas. La evaluación específica de la vulnerabilidad está determinada por factores como la estructura y el tipo de suelo [56].

La relevancia de los aspectos previamente mencionados sobre la vulnerabilidad es destacada, ya que es común observar familias que erigen sus hogares en áreas de asentamientos, lo que los expone considerablemente a los riesgos sísmicos debido a prácticas constructivas que afectan diversos ámbitos como la ciencia, la tecnología, el gobierno y la gestión de riesgos. Todos estos factores tienen un papel en la vulnerabilidad de estas viviendas [57, 58].

- **Fibras Naturales**

Las diferentes fibras naturales han sido de gran importancia por los principales beneficios que generan a los materiales, al incorporar las fibras presenta buenos resultados a la resistencia, como también elemento con fácil disponibilidad para conseguirlos y no genera daños al medio ambiente [59].

Hablando de las diferentes fibras, ya sea naturales o artificiales, las fibras naturales siguen siendo las que sacan ventaja ante las buenas propiedades que tienen, poca densidad

que generan y sobre todo la manera fácil y practica en cómo conseguirlo. Hay diferentes fibras que se utilizan para poder reforzar a los materiales, entre ellas tenemos fibras de bambú, fibras de coco, fibras de yute, fibras de sisal, entre otras [60].

- **Fibras de Yute**

Son extraídas del tallo del yute por ser extenso, teniendo una textura suave y luminosa. El yute es una planta bastante utilizada al nivel mundial después del algodón, siendo un importante elemento para la construcción utilizados en forma natural o sintéticas por la resistencia que genera al emplearlas [61].

Por otro lado, según Piani et al., argumentan que, las fibras naturales/sintéticas agregadas a la mezcla de suelo de adobe crean un refuerzo interno que fortalece los ladrillos de adobe. Estudios previos han demostrado una mayor resistencia a la flexión (hasta un 80 %), resistencia a la compresión (hasta un 70 %) y resistencia al agua en ladrillos de adobe reforzados con fibra en comparación con las de sus contrapartes no reforzadas [62].

Aunado a lo expuesto, según Eslami et al. detallan que, los edificios de tierra pueden clasificarse generalmente en dos categorías: los construidos con ladrillos de adobe fijados con mortero de barro y los de tierra apisonada. Los ladrillos de adobe se fabrican moldeando una mezcla de tierra, mientras que la tierra apisonada está hecha de tierra compactada en un encofrado con un pisón. Tanto los ladrillos de adobe como la tierra apisonada se secan al aire. En algunas regiones, incluida la meseta iraní, el adobe es la técnica dominante en las construcciones de tierra debido a su menor costo y facilidad de fabricación en comparación con la tierra apisonada [63]

Los ladrillos de adobe exhiben una resistencia a la compresión muy diversa, que va desde un mínimo de 0,6 hasta un máximo de 7 MPa, mientras que su resistencia a la tracción es relativamente baja (aproximadamente el 10% de su resistencia a la compresión). Cuando se saturan con agua, su baja resistencia al agua podría reducir aún más su resistencia hasta que se desintegren por completo. Varios métodos, como la compactación mecánica (p. ej., composición a mayor presión), la estabilización química (p. ej., cemento, cal y betún) y la

adición de fibras (p. ej., paja de cáñamo, paja de fonio y fibra de yute) se han empleado para superar estas deficiencias. Sin embargo, no se recomienda la estabilización con cemento debido a sus impactos ambientales adversos [63].

- **Incorporación de Fibras en el Adobe**

Aunque es cierto que las construcciones hechas con adobe han disminuido en la actualidad debido al uso generalizado del concreto, en épocas anteriores este material era ampliamente empleado y ahora se busca su revitalización debido a los beneficios que ofrece. Para lograr una adecuada resistencia, el adobe se combina con fibras [64].

Los materiales alternativos desempeñan un papel crucial en la fabricación de ladrillos de adobe, en los cuales se incorporan elementos como paja, plástico, yute, plumas de pollo y caña de bagazo. Este proceso involucra la selección de tamaños de muestra, curado y mezcla, seguido de investigaciones detalladas [65].

Las fibras seleccionadas, debido a su bajo costo, se someten a análisis minuciosos con el objetivo de reducir los costos de construcción de viviendas. En la producción de ladrillos de adobe, es esencial considerar la proporción adecuada de agua, tierra y aditivos [66]. Esto asegura una mejor manejabilidad, y para obtener resultados superiores, se opta por el horneado, en contraposición a la práctica anterior de secado al aire libre [67].

- **Ensayos Propiedades mecánicas**

a) Resistencia a la compresión

Consiste en medir la resistencia del murete a la compresión, por ello, se realiza transcurrido los 28 días de secado, su resistencia última es de 0.6 Mpa, asimismo, se tiene que ensayar 6 muestras de las cuales realizar un promedio de las 4 mejores, para obtener la resistencia mínima indicada [38].

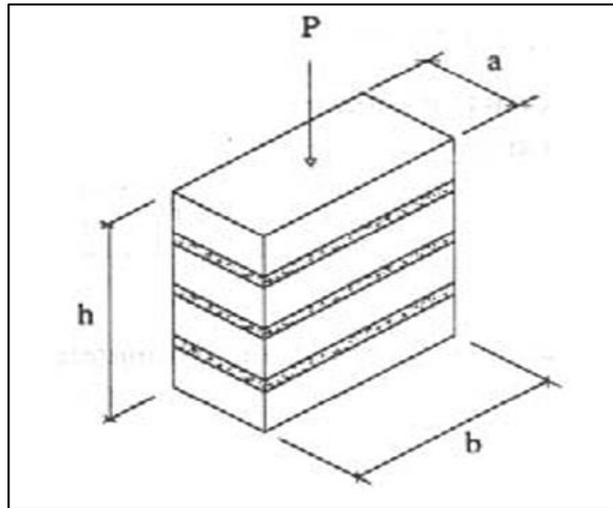


Fig. 5. Ensayo del murete a la compresión

Nota. De la Fig. 5. se evidencia cual será el comportamiento de la muestra al ser sometido a ensayos de compresión. Adaptado del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [38].

b) Resistencia a la compresión diagonal o tracción indirecta

Consiste en evaluar la resistencia del murete a la compresión diagonal, su resistencia ultima es de 0.025 Mpa, por otro lado, se tiene que buscar un promedio con las muestras de calidad estas siendo 4 muestras, ya sea mayor o igual a la resistencia indicada ensayadas a los 28 días de secado [38].

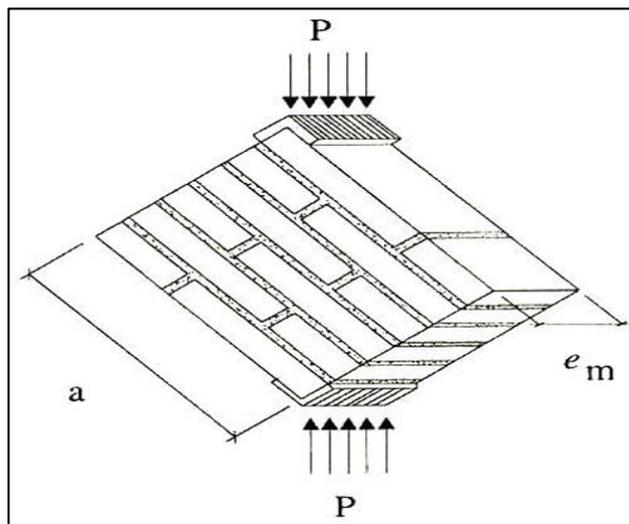


Fig. 6. Ensayo de compresión diagonal

Nota. De la Fig. 6 se evidencia los esfuerzos que se aplican a las muestras para someterlas

a ensayos de compresión diagonal. Adaptado del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [38].

c) Resistencia del mortero a la tracción

Se realiza para medir el soporte del mortero a la tracción, por ello, en el desarrollo del ensayo se toman en consideración dos adobes pegados mediante barro en el centro de las dos unidades las cuales serán sujetas a compresión, su resistencia última es de 0.012 Mpa, finalmente se debe tomar en cuenta el promedio de las 4 mejores muestras [38].

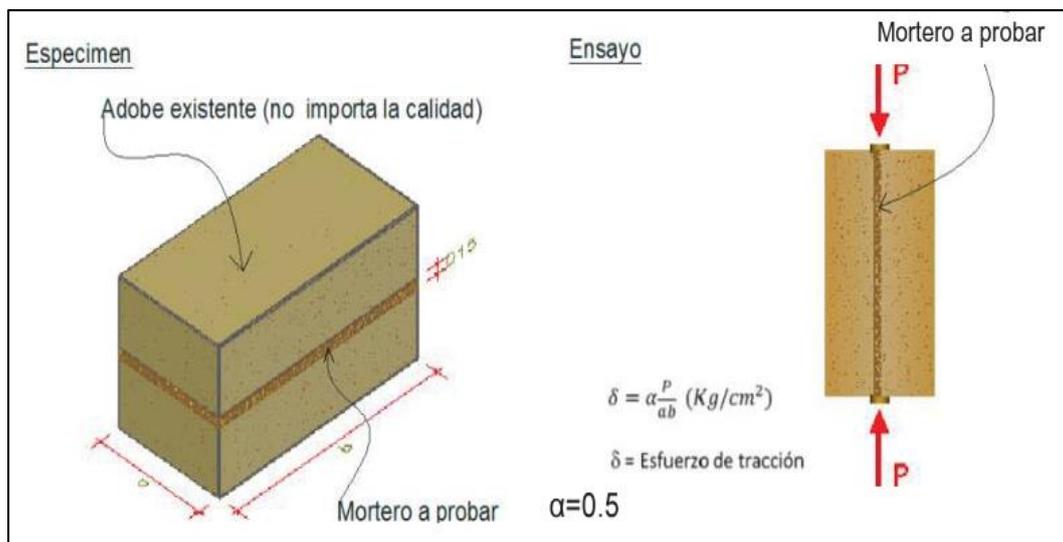


Fig. 7. Ensayo de resistencia del mortero a la tracción

Nota. De la Fig. 7 se refleja el esfuerzo de tracción del mortero a probar. Adaptado del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [38].

II. MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

- Tipo

Esta indagación se enmarca en la categoría de investigación aplicada, donde el enfoque se dirige a abordar cuestiones prácticas y emplear conocimientos y enfoques metodológicos para resolver situaciones específicas en contextos del mundo real. La esencia de esta investigación aplicada radica en aprovechar los resultados y descubrimientos obtenidos durante el proceso de investigación para potenciar, innovar o tomar decisiones concretas en un entorno práctico o profesional [68]. Esto implica que el trabajo se cimenta en la aplicación de conocimientos teóricos y técnicos con el fin de solventar problemas reales relacionados con el adobe, tales como la optimización de sus propiedades, la evaluación de su rendimiento en distintas condiciones, la propuesta de técnicas para reforzar o mejorar la construcción, así como el análisis de su viabilidad para proyectos específicos.

- Diseño

Este diseño ha sido conceptualizado como un diseño "experimental", ya que involucra una metodología que posibilita la observación, medición y evaluación de modificaciones aplicadas a un elemento específico con el propósito principal de obtener una comprensión detallada de su comportamiento y de los cambios suscitados como consecuencia de las intervenciones realizadas. Este diseño se muestra beneficioso en investigaciones científicas, proyectos de ingeniería y otros estudios que requieran un análisis preciso de las relaciones de causa y efecto, así como del impacto de diversos factores en un sistema determinado [69].

Por otro lado, la finalidad del diseño experimental radicó en brindar respuesta a la pregunta sobre cómo se desarrollará el proyecto o estudio en cuestión. Antes de llevar a cabo dicho diseño, se identificaron las variables involucradas, clasificándolas en variable dependiente (aquella que se examina o mide) y variable independiente (la que se modifica). Seguidamente, se establece un grupo de control, que se mantiene sin cambios, y un grupo

experimental en el que se implementan alteraciones con el fin de poner a prueba la hipótesis. De esta manera, se busca establecer vínculos de causa y efecto, evaluando cómo las variables influyen en los resultados del proyecto o estudio en cuestión.

Entre tanto, es de nivel cuasiexperimental, ya que implica la utilización de un adobe estándar como referencia (grupo de control), junto con la configuración de adobes que incorporan adiciones de fibra de yute en proporciones de 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0%.

GP₁	X	→	O₁
GP₂	X ₂	→	O ₂
GP₃	X ₃	→	O ₃
GP₄	X ₄	→	O ₄
GP₅	X ₅	→	O ₅

Donde:

- **GP_{1, 2, 3, 4, 5}**: Grupo Experimental.
- **X**: Diseño experimental patrón.
- **X₂**: Diseño experimental reforzado con el 0.5% de YFy.
- **X₃**: Diseño experimental reforzado con el 1.0% de YFy.
- **X₄**: Diseño experimental reforzado con el 1.5% de YFy.
- **X₅**: Diseño experimental reforzado con el 2.0% de YFy.
- **O_{1, 2, 3, 4, 5}**: Observación de los resultados obtenidos.

2.2. Variables, Operacionalización

Variable Dependiente: Análisis de las propiedades mecánicas del adobe

Definición conceptual: Desde un punto de vista conceptual, el análisis de las propiedades mecánicas del adobe se centra en una investigación exhaustiva sobre cómo el adobe, empleado en la construcción, se adapta a diferentes fuerzas y tensiones mecánicas.

Esta exploración abarca el examen minucioso de atributos como su resistencia, su capacidad para recuperar su forma original, su fragilidad y su habilidad para soportar diversas cargas [14].

Definición operacional: Estos procesos son realizados mediante pruebas y ensayos en entornos de laboratorio, aplicando fuerzas específicas y mediciones precisas para entender cómo el adobe reacciona ante distintas condiciones mecánicas.

Variable Independiente: Fibras de Yute

Definición conceptual: El propósito fundamental es mejorar las propiedades mecánicas y estructurales del adobe. Este proceso consiste en mezclar las fibras de yute con el adobe durante su proceso de creación, con el objetivo de aumentar su capacidad para resistir fuerzas de tracción y compresión, así como para mejorar su habilidad para soportar cargas. Además, este enfoque busca reducir los efectos negativos de fisuras y grietas en el material resultante [1].

Definición operacional: Este proceso implica mezclar de forma uniforme las YFy con los componentes que constituyen el adobe, asegurando que las fibras queden distribuidas homogéneamente en toda la mezcla. Como resultado, se obtiene una composición en la cual las fibras de yute se encuentran entrelazadas dentro del adobe, con la finalidad de realzar su resistencia y su capacidad para soportar cargas. Las cantidades porcentuales serán de 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% de YFy.

Tabla I

Operacionalización de la Variable

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Análisis de las propiedades mecánicas del adobe	El propósito fundamental es lograr una comprensión profunda de cómo este material responde en situaciones de tensión y cómo interactúa con el entorno mecánico que lo rodea [14].	Se aplicará fuerzas a las diferentes muestras para determinar su comportamiento mecánico del adobe.	Características físicas del material	Análisis granulométrico	%	Observación, recolección de datos, formatos y ensayos.	%	Dependiente	Nominal
				Contenido de Humedad	%		%		
				Límites de Atteberg	%		%		
			Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Compresión	Kg/cm ²	Observación, recolección de datos, formatos y ensayos.	Kg/cm ²		
				Resistencia a la Flexión	Kg/cm ²		Kg/cm ²		
				Resistencia del mortero a la tracción	Kg/cm ²		Kg/cm ²		
Fibras de Yute	En las muestras de adobe se mezclarán las YFy durante su proceso de creación, donde posteriormente serán sometidos a ensayos mecánicos	Se añadirán proporciones de 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% de YFy.	Propiedades mecánicas	Resistencia a la Compresión por Unidad	Kg/cm ²	Observación, recolección de datos, formatos y ensayos.	Kg/cm ²	Nominal	
				Resistencia a la Compresión por Pilas	Kg/cm ²		Kg/cm ²		
				Resistencia a la Compresión Diagonal	Kg/cm ²		Kg/cm ²		
				Resistencia a la Flexión	Kg/cm ²		Kg/cm ²		

Nota. De la Tabla I se evidencian los métodos de medición, que son utilizados para evaluar las propiedades mecánicas del adobe reforzado con YFy y proporcionan información cuantitativa sobre su comportamiento en diferentes situaciones de carga y deformación.

2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

Población de estudio, se define como un conjunto de individuos, muestras y diversos elementos que comparten una característica común, y que son reunidos con el propósito de ser examinados o analizados en el contexto de una investigación [70]. Ahora acorde con la investigación, la población lo conforman 126 muestras de adobe, tanto sin tratamiento como con la incorporación de YFy.

Muestra, con el objetivo de obtener resultados que sean tanto representativos como relevantes, se ha llevado a cabo una selección meticulosa de una muestra específica de ladrillos de adobe. Esta muestra comprende un total de 126 ejemplares de adobe. Estos ladrillos serán sometidos a variados niveles de incorporación de fibras de yute, con la finalidad de analizar las alteraciones en sus propiedades mecánicas.

Tabla II

Muestras a elaborar sin y con adición de Fibras de Yute (YFy)

Ensayos mecánicos	Muestra patrón	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	Sub Total
Resistencia a la compresión por unidad	6	6	6	6	6	30
Resistencia a la compresión por pilas	6	6	6	6	6	30
Resistencia del murete a compresión diagonal	6	6	6	6	6	30
Resistencia a la flexión	6	6	6	6	6	30
Resistencia del mortero a la tracción	6	-	-	-	-	6
Total de Muestras						126

Nota. De la Tabla II se evidencia cual fue el total de muestras a elaborar y los ensayos a los cuales fueron sometidas.

Muestreo, se utilizará un enfoque de muestreo no probabilístico, dado que este tipo de muestreo no se basa en la probabilidad de seleccionar cada elemento de la población; en lugar de ello, la elección de los elementos se realiza de manera subjetiva o no aleatoria. Además, es importante destacar que la selección de la muestra ha sido realizada por el

investigador directamente, sin recurrir a una fórmula o secuencia específica.

Criterios de selección, los criterios de inclusión y exclusión se refieren a los criterios particulares que se aplican para decidir qué elementos, individuos o muestras serán considerados en el análisis de las propiedades mecánicas del adobe elaborado con YFy. Los criterios de inclusión establecen las características necesarias para que los elementos sean admitidos en el estudio, mientras que los criterios de exclusión señalan las condiciones que resultarán en la no participación de ciertos elementos en la investigación.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas de recolección de datos: Son los enfoques y procedimientos específicos empleados para obtener información detallada. En base a la investigación involucra mediciones directas, encuestas estructuradas y la recopilación metódica de observaciones.

Instrumentos de recolección de datos: Son las herramientas concretas y dispositivos utilizados para llevar a cabo las técnicas de recolección y obtener información relevante sobre el tema planteado. Estos instrumentos pueden incluir equipos de ensayo, dispositivos de medición, cuestionarios diseñados y sistemas de registro de datos.

Validez: Garantiza que los datos adquiridos por medio de las técnicas y los instrumentos de recolección sean precisos y pertinentes, capturando de manera exacta el comportamiento y las características reales del material.

Confiabilidad: Asegura que los resultados obtenidos a través de la aplicación repetida de las técnicas e instrumentos de recolección sean coherentes y fiables, manteniendo una consistencia y reproducibilidad en diferentes situaciones y repeticiones.

2.5. Procedimiento de análisis de datos

Comprende una serie de pasos y técnicas que se utilizan para examinar, comprender y extraer conclusiones a partir de los datos recolectados.

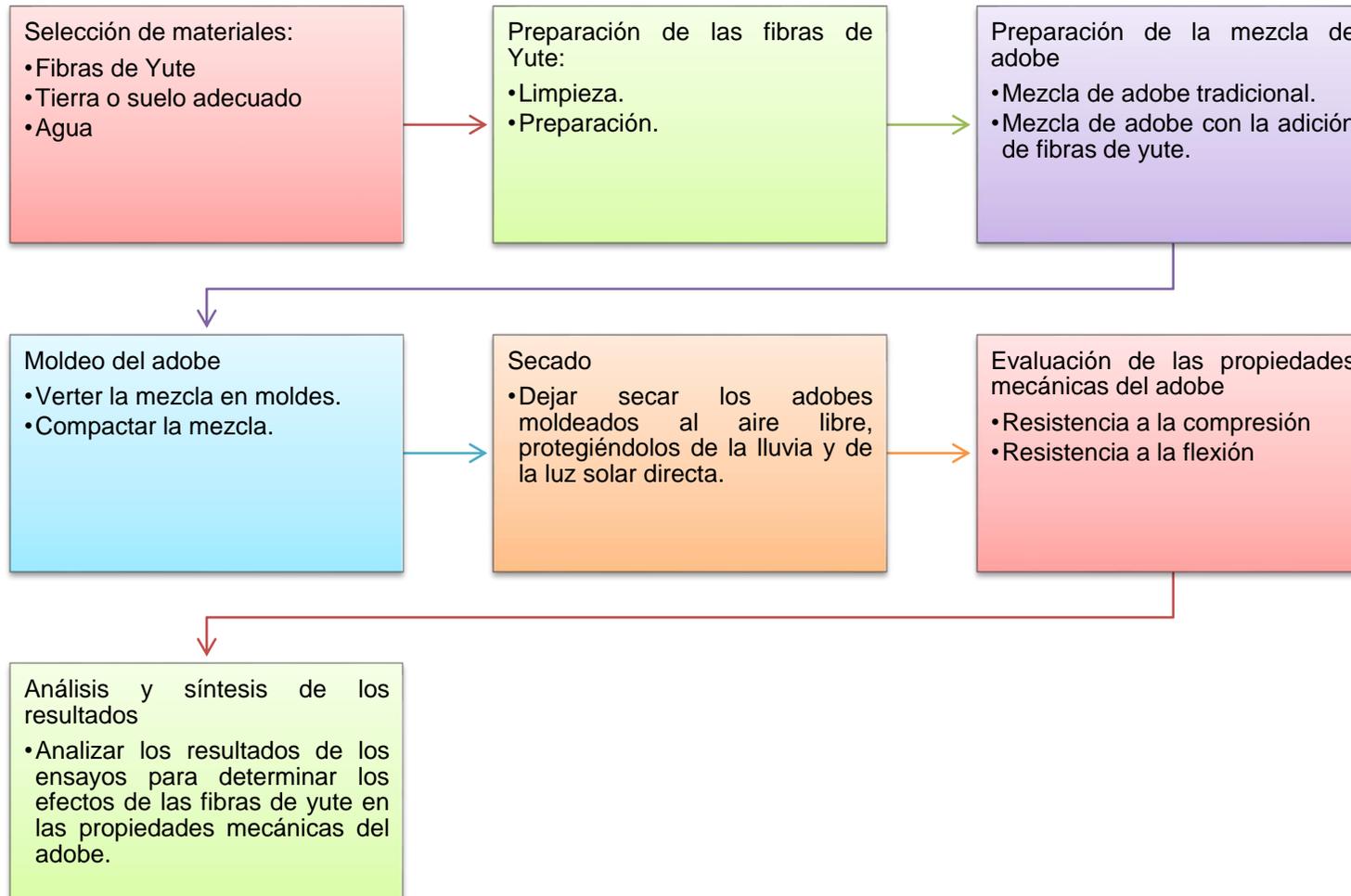


Fig. 8. Diagrama de flujo de procesos

Nota. De la Fig. 8 se observa una descripción paso a paso del proceso de la investigación sobre el análisis de las propiedades mecánicas del adobe elaborado con YFy.

2.6. Criterios éticos

Esta investigación adhiere a los estándares éticos establecidos en los Artículos 5 y 6 del Código de Ética en Investigación de la USS S.A.C. Al haber conducido este estudio siguiendo estos principios éticos, se garantiza la confiabilidad de los resultados y se respeta los valores morales y las normativas éticas esenciales para contribuir de manera significativa al ámbito académico y científico. En el curso de esta investigación, se observaron las siguientes prácticas:

- **Consentimiento informado:** A cada individuo se le proporcionó explicaciones detalladas sobre los objetivos de la investigación, los procedimientos a seguir y el uso previsto de los datos recolectados.

- **Privacidad y confidencialidad:** Tanto la información personal como los detalles sensibles se manejaron con discreción, asegurando que se utilizaran exclusivamente con fines académicos.

- **Tratamiento ético de los datos:** Durante el análisis de los datos, se mantuvo una actitud honesta y precisa. Los resultados se presentaron de manera transparente, reflejando fielmente la información recopilada durante el estudio.

- **Atribución adecuada y prevención del plagio:** Se atribuyó de manera adecuada a las fuentes de datos o información utilizadas en la investigación. Cualquier cita, referencia o dato extraído de fuentes externas fue debidamente acreditado, siguiendo las pautas de citación pertinentes y evitando cualquier forma de plagio.

- **Honestidad en la presentación:** Los resultados de la investigación se presentaron con sinceridad y transparencia. Se incluyeron tanto los descubrimientos que respaldaban las hipótesis originales como aquellos que podrían haber desafiado esas expectativas, asegurando la integridad en la exposición de los resultados.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

- **Determinar la clasificación del suelo a emplear en la fabricación de adobes**

a) **Ensayo análisis granulométrico de suelo (N.T.P. 339.128)**

En la realización de este ensayo, se somete una muestra representativa del suelo a un proceso de tamizado a través de una serie de mallas de distintos tamaños de apertura. Las partículas de mayor tamaño quedan atrapadas en estas mallas, mientras que las más diminutas logran pasar a través de ellas, tal y como se muestra en la Tabla III.

Tabla III

Análisis Granulométrico del Suelo

Malla	Peso	% Retenido		% Acumulado	% Acumulado
Pulg (mm.)	Retenido			Retenido	Que Pasa
3/8"	9.500				100.00
N°4	4.750	1.1	0.2	0.2	99.8
N°10	2.000	4.6	0.9	1.1	98.9
N°20	0.850	10.7	2.1	3.3	96.7
N°40	0.425	25.4	5.1	8.4	91.6
N°60	0.250	37.8	7.6	15.9	84.1
N°140	0.106	75.6	15.1	31.0	69.0
N°200	0.075	18.3	3.7	34.7	65.3
FONDO	326.5	65.3		100.00	

Nota. De la Tabla III se puede apreciar el análisis de granulometría del suelo original. Este análisis permite categorizar el suelo en grava, arena, limo o arcilla en función del tamaño de las partículas que atraviesan o quedan retenidas en las mallas. En esta instancia particular, la totalidad del suelo logra atravesar la malla de tamaño 3/8", constituyendo el 100%, mientras que la proporción que atraviesa la malla N°200 supera el 65%.

b) Ensayo contenido de humedad del suelo (N.T.P. 339.127)

En la ejecución de este ensayo, se selecciona una porción representativa del suelo que se someterá a un proceso de secado controlado en un horno, donde se aplica una temperatura específica. A lo largo de este proceso, el agua contenida en el suelo experimenta una evaporación gradual. Una vez que se alcanza un estado de peso constante, se registra el peso seco de la muestra. La diferencia entre el peso inicial, cuando la muestra está húmeda, y el peso final, en estado seco, se emplea para el cálculo del contenido de humedad presente en la muestra de suelo, tal y como se evidencia en la Tabla IV.

Tabla IV

Contenido de Humedad del Terreno Natural

Descripción	Resultados obtenidos	
N° de Tara		15
Peso de la tara + muestra húmeda	(gr.)	1200
Peso de la tara + muestra seca	(gr.)	1104
Peso del agua contenida	(gr.)	96
Peso de la muestra seca	(gr.)	1104
Contenido de humedad	(gr.)	9%

Nota. De la Tabla IV se puede observar que el suelo que ha sido objeto de análisis y estudio presenta un contenido de humedad equivalente al 9%. Este porcentaje representa la proporción de agua presente en relación con el peso total del suelo en cuestión.

c) Ensayo Límites de Atterberg de suelos (N.T.P. 339.129)

Durante la realización de este ensayo, se emplea una muestra de suelo que se encuentra en distintos niveles de humedad. Se realizan manipulaciones específicas en la muestra, como enrollar hilos de suelo y evaluar cómo responde en términos de plasticidad y fluidez. Los resultados obtenidos a partir de estas manipulaciones permiten identificar los

límites de Atterberg, que son puntos esenciales en la curva de consistencia del suelo. Estos límites son indicadores claves de las propiedades del suelo y son valiosos para la comprensión de su comportamiento en diversas aplicaciones de ingeniería y construcción, tal y como se evidencia en la Tabla V.

Tabla V

Límite líquido y límite plástico del suelo

Descripción		Limite Liquido			Limite Plástico	
N° de Tarro	-	86	4	11	13	15
N° de Golpes	-	35	26	17	-	-
Peso de Tarro + suelo húmedo	gr.	27.99	27.82	30.09	18.95	19.84
Peso de Tarro + suelo seco	gr.	26.13	25.98	27.61	17.22	18.13
Peso Agua	gr.	1.86	1.84	2.48	1.73	1.71
Peso de Tarro	gr.	20.78	20.93	21.13	10.06	11.11
Peso del Suelo Seco	gr.	5.35	5.05	6.48	7.16	7.02
Contenido de Humedad	%	34.77	36.44	38.27	24.16	24.36
LL, LP	%	37			24	

Nota. De la Tabla V se pudo determinar que el límite líquido y plástico del suelo fue de 37% y 24% respectivamente.

Tabla VI

Índice de plasticidad del suelo

Consistencia Física de la Muestra	
Limite Liquido	% 37
Limite Plástico	% 24
Índice de Plasticidad	% 13

Nota. De la Tabla VI se hizo evidente que el suelo objeto de análisis presenta un índice de plasticidad que alcanza el valor del 13%. Este valor, indica que el suelo tiene una notable capacidad para mantener su forma y resistir deformaciones bajo ciertas condiciones de humedad.

Clasificación de suelos SUCS

Esta clasificación se aplica extensamente para evaluar si un suelo es adecuado para determinados usos, diseñar cimientos y estructuras con precisión y tomar decisiones informadas en la fase de planificación de proyectos, tal y como se muestra en la Tabla VII.

Tabla VII

Clasificación de Suelos SUCS

Ensayo	Análisis Granulométrico	Límites de Atterberg
Resultados	Pasa la malla N° 200 < 60%	
Conclusión	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras (pulpa)	IP > 7%

Nota. De la Tabla VII se constata que el porcentaje de suelo que atraviesa la malla N° 200 contiene un elevado porcentaje de partículas finas, con un valor de 65.3%. El índice de plasticidad (IP) es superior al 7%. En consecuencia, al hacer referencia a la clasificación SUCS, es posible llegar a la conclusión de que son pertenecientes al grupo CL, denotando una arcilla de baja plasticidad.

- **Caracterización química de la fibra de yute**

El proceso alcalino de tratamiento aumenta la rugosidad de la superficie, lo que conduce a una mejora en la conexión mecánica y al sellado impermeable de la parte de celulosa expuesta en la superficie de las fibras. En este método, las fibras se sumergen en una solución de NaOH al 5% en peso durante un período de 30 min.

Muestra	Fibra sin tratamiento	Peso saturado	% Absorción	Fibra con tratamiento	Peso saturado	% Absorción
	5.80	16.5	177.90%	23.6	49.90	110.14%
YFy	5.75	16.3	177.71%	23.75	49.95	109.02%
	5.93	16.48	176.63%	23.80	49.96	108.60%
Promedio del %			177.41%			109.25%

Influencia del Tratamiento	68.16%
-----------------------------------	---------------

Tabla VIII

Características físicas de la Fibra de Yute (YFy)

Nota. De la Tabla VIII se pueden examinar los resultados obtenidos de la absorción de agua en las YFy sometidas a tratamiento químico con NaOH al 5%, en comparación con las fibras que no han sido tratadas químicamente.

- **Determinar la resistencia mecánica del adobe patrón**

a) Ensayo de Resistencia del mortero a la tracción

Se tendrá en cuenta la Norma E.080 y los resultados de las 6 combinaciones

Tabla IX

Ensayo de resistencia del mortero a la tracción a los 28 días

N°	Carga Máxima kN	Medidas			Resistencia a la Tracción		Resistencia mínima (Norma E.080) MPa
		L (cm)	b (mm)	h (cm)	MPa	kg/cm ²	
1	55.0	30.0	15.0	10.00	0.61	6.2	
2	53.0	30.0	15.0	10.00	0.59	6.0	
3	54.0	30.0	15.0	10.00	0.60	6.1	
4	57.0	30.0	15.0	10.00	0.63	6.5	0.012
5	54.0	30.0	15.0	10.00	0.60	6.1	
6	55.0	30.0	15.0	10.00	0.61	6.2	
Promedio	54.7	30.0	15.0	10.00	0.61	6.2	

Nota. De la Tabla IX se pudo verificar que se logró una carga máxima promedio de 54.7 kN en un lapso de 28 días. Además, se obtuvo una resistencia promedio a la tracción de 0.61 MPa. Estos hallazgos indican una resistencia apropiada del mortero ante la tracción. Esto es particularmente relevante ya que, de acuerdo con la Norma E.080, se establece un valor mínimo de resistencia a la tracción de 0.012 MPa. Por lo tanto, los resultados obtenidos indican que el mortero es capaz de soportar cargas o fuerzas aplicadas sin experimentar

deformaciones excesivas.

b) Ensayo de la Resistencia a la Compresión en Unidades

Se mide generalmente en unidades de presión, como megapascales (MPa) o kilopondios por centímetro cuadrado (kg/cm²).

Tabla X
Resistencia a la Compresión del Ladrillo

N°	Lectura Kg	Medidas			Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia mínima (Norma E.080) kg/cm ²
		Altura (cm)	Longitud (cm)	Ancho (cm)		
1	2517.6	10.0	10.0	10.0	12.6	
2	2507.4	10.0	10.0	10.0	12.5	
3	2527.8	10.0	10.0	10.0	12.6	
4	2517.6	10.0	10.0	10.0	12.6	10.20
5	2538.0	10.0	10.0	10.0	12.7	
6	2527.8	10.0	10.0	10.0	12.6	
Promedio	2522.7	10.0	10.0	10.00	12.6	

Nota. De la Tabla X se observa una lectura promedio de 2522.7 kg en un periodo de 28 días. Al mismo tiempo, se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 12.6 kg/cm². Estos resultados reflejan valores permitidos acorde a la Norma E.080, ya que, la resistencia mínima permitida es de 10.20 MPa. Por ende, los resultados indican que el ladrillo de adobe puede resistir cargas hasta un valor promedio de 12.6 kg/cm².

c) Ensayo de la Resistencia a la Flexión del Ladrillo de Adobe

Este ensayo es fundamental para determinar la integridad estructural de los ladrillos de adobe y así poder asegurar de que puedan resistir tensiones que surgen debido a las cargas aplicadas.

Tabla XI

Resistencia a la Flexión del Ladrillo

N°	P (Carga kN)	P (Carga kg)	Medidas			Resistencia a la Flexión		Resistencia mínima (Norma E.080) MPa
			L (cm)	b (mm)	h (cm)	kg/cm ²	MPa	
1	5.1	520.1	30.0	15.0	10.00	10.4	1.02	
2	5.0	509.9	30.0	15.0	10.00	10.2	1.00	
3	4.9	499.7	30.0	15.0	10.00	10.0	0.98	
4	4.9	499.7	30.0	15.0	10.00	10.0	0.98	0.14
5	5.0	509.9	30.0	15.0	10.00	10.2	1.00	
6	5.0	509.9	30.0	15.0	10.00	10.2	1.00	
Promedio	5.0	508.2	30.0	15.0	10.00	10.17	1.00	

Nota. De la Tabla XI se observa una carga promedio de 5.0 kN en un periodo de 28 días. Se obtuvo una resistencia a la flexión promedio de 1.00 MPa; siendo este resultado un valor permisible de acuerdo a la Norma E.080, donde establece que la resistencia mínima requerida es de 0.14 MPa.

- **Determinar la resistencia mecánica del adobe patrón incorporando 0.5%, 1%, 1.5% y 2% de YFy.**

a) Ensayo de la Resistencia a la Compresión en Unidades

N°	Lectura Kg	Medidas			Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia mínima (Norma E.080) kg/cm ²
		Altura (cm)	Longitud (cm)	Ancho (cm)		
1	2517.6	10.1	10.1	10.1	15	
2	2507.4	10.0	10.1	10.1	15	
3	2527.8	10.1	10.2	10.0	14.5	10.20
4	2517.6	10.0	10.1	10.1	15.6	
5	2538.0	10.2	10.2	10.0	16.1	

6	2527.8	10.0	10.0	10.0	16.8
Promedio	2522.7	10.1	10.1	10.05	15.5

Tabla XII

Resistencia a la Compresión en Unidad + 0.5% de YFy

Nota. De la Tabla XII se observa una lectura promedio de 2522.7 kg en un periodo de 28 días, al incorporarse el 0.5% de YFy. Al mismo tiempo, se obtuvo una resistencia a la compresión en unidad promedio de 15.5 kg/cm². Estos resultados se encuentran dentro de los valores permitidos acorde a la Norma E.080, siendo la resistencia mínima permitida de 10.20 MPa.

Tabla XIII

Resistencia a la Compresión en Unidad + 1.0% de YFy

N°	Lectura Kg	Medidas			Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia mínima (Norma E.080) Kg/cm ²
		Altura (cm)	Longitud (cm)	Ancho (cm)		
1	2521.5	10.1	10.0	10.1	13.5	
2	2701.5	10.0	10.0	10.0	13.5	
3	2731.6	10.1	10.1	10.1	13.4	
4	2731.6	10.0	10.1	10.1	13.4	10.20
5	2711.3	10.0	10.1	10.1	13.2	
6	2721.5	10.0	10.1	10.1	13.5	
Promedio	2686.5	10.0	10.1	10.08	13.4	

Nota. De la Tabla XIII se observa una lectura promedio de 2686.5 kg en un periodo de 28 días, con la incorporación de 1.0% de YFy. Al mismo tiempo, se obtuvo una resistencia a la compresión en unidad promedio de 13.4 kg/cm². Ahora bien, este valor obtenido se encuentra dentro de los requerimientos establecidos en la Norma E.080, siendo la resistencia mínima permitida de 10.20 MPa.

N°	Lectura	Medidas
----	---------	---------

	Kg	Altura (cm)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Resistencia a la Compresión (kg/cm²)	Resistencia mínima (Norma E.080) kg/cm²
1	2487.0	10.2	10.1	10.2	12.1	
2	2527.8	10.0	10.0	10.2	12.4	
3	2497.2	10.0	10.0	10.0	12.5	
4	2517.6	10.1	10.1	10.2	12.2	10.20
5	2497.2	10.0	10.0	10.1	12.4	
6	2466.6	10.1	10.1	10.1	12.1	
Promedio	2498.9	10.1	10.1	10.1	12.3	

Tabla XIV

Resistencia a la Compresión en Unidad + 1.5% de YFy

Nota. De la Tabla XIV se observa que la lectura promedio fue de 2498.9 kg para un periodo de 28 días de curado, y con la adición del 1.5% de YFy. En base a los ensayos se obtuvo una resistencia a la compresión en unidad promedio de 12.3 kg/cm². Ahora bien, esta resistencia se encuentra entre los valores permitidos que establece la Norma E.080, siendo la resistencia mínima permitida de 10.20 MPa.

Tabla XV

N°	Lectura Kg	Medidas			Resistencia a la Compresión (kg/cm²)	Resistencia mínima (Norma E.080) kg/cm²
		Altura (cm)	Longitud (cm)	Ancho (cm)		
1	2252.6	10.1	10.0	10.1	11.2	
2	2303.6	10.1	10.0	10.0	11.5	
3	2293.4	10.2	10.1	10.2	11.1	
4	2232.2	10.2	10.1	10.0	11.1	10.20
5	2242.2	10.1	10.0	10.1	11.1	
6	2283.2	10.2	10.2	10.0	11.2	
Promedio	2267.9	10.2	10.1	10.1	11.2	

Resistencia a la Compresión en Unidad + 2.0% de YFy

Nº	Carga (N)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	f _m (Mpa)	Factor Correc.	f _{mt} (Mpa)	f _{mt} (kg/cm ²)	f _{mt} Promedio (kg/cm ²)
1	36120	300	150	430	0.80	1.069	0.86	9.19	
2	42310	300	150	430	0.94	1.069	1.01	10.25	
3	40260	300	150	430	0.89	1.069	0.96	9.76	
4	45430	300	150	430	1.01	1.069	1.08	11.01	10.39
5	46890	300	150	430	1.04	1.069	1.11	11.36	
6	44500	300	150	430	0.99	1.069	1.06	10.78	

Nota. De la Tabla XV se observa una lectura promedio de 2267.9 kg para un periodo de 28 días de curado, y con la añadidura del 2.0% de YFy. De acuerdo a los ensayos realizados se obtuvo una resistencia a la compresión en unidad promedio de 11.2 kg/cm². En consecuencia, esta resistencia se encuentra entre los valores permitidos que establece la Norma E.080, siendo la resistencia mínima permitida de 10.20 MPa.

b) Ensayo de la Resistencia a la Compresión en Pilas

Este ensayo es crucial para garantizar que las pilas cumplan con los requisitos de seguridad y estabilidad en las construcciones, y se expresa en unidades de presión como MPa o kg/cm². Se tendrá en cuenta que, lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma.

Tabla XVI

Resistencia a Compresión en pilas + 0.5% de YFy

Nota. De la Tabla XVI se observa que la resistencia a compresión promedio en pilas con la adición del 0.5% de YFy fue del 10.39 kg/cm² a los 28 días de curado. Este resultado refleja

que la muestra obtuvo valores permisibles acorde a la Norma E.080, donde estipula que la resistencia admisible es de 2 kg/cm² o 0.2 f'm.

Tabla XVII

Resistencia a Compresión en pilas + 1.0% de YFy

Nº	Carga (N)	lp (mm)	tp (mm)	Hp (mm)	f _m (Mpa)	Factor Correc.	f _{mt} (Mpa)	f _{mt} (kg/cm ²)	f _{mt} Promedio (kg/cm ²)
1	34890	300	150	430	0.78	1.069	0.83	8.88	
2	46770	300	150	430	1.04	1.069	1.11	11.33	
3	45730	300	150	430	1.02	1.069	1.09	11.08	
4	42960	300	150	430	0.95	1.069	1.02	10.41	
5	45800	300	150	430	1.02	1.069	1.09	11.10	
6	46420	300	150	430	1.03	1.069	1.10	11.25	10.67

Nota. De la Tabla XVII se observa que la resistencia a compresión promedio en pilas con la adición del 1.0% de YFy fue del 10.67 kg/cm² a los 28 días de curado. El valor alcanzado refleja resistencias permisibles acorde a la Norma E.080, donde estipula que la resistencia admisible es de 2 kg/cm² o 0.2 f'm.

Tabla XVIII

Resistencia a Compresión en pilas + 1.5% de YFy

Nº	Carga (N)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	f _m (Mpa)	Factor Correc.	f _{mt} (Mpa)	f _{mt} (kg/cm ²)	f _{mt} Promedio (kg/cm ²)
1	43800	300	150	430	0.97	1.069	1.04	11.14	
2	43300	300	150	430	0.96	1.069	1.03	10.49	
3	47940	300	150	430	1.07	1.069	1.14	11.62	
4	42730	300	150	430	0.95	1.069	1.02	10.35	
5	46800	300	150	430	1.04	1.069	1.11	11.34	
6	45800	300	150	430	1.02	1.069	1.09	11.10	11.01

Nota. De la Tabla XVIII se observa que la resistencia a compresión promedio en pilas con la

adición del 1.5% de YFy fue del 11.01 kg/cm² a los 28 días de curado. Esta resistencia es un valor permisible acorde a la Norma E.080, donde establece que la resistencia admisible es de 2 kg/cm² o 0.2 f'm.

Tabla XIX

Resistencia a Compresión en pilas + 2.0% de YFy

Nº	Carga (N)	lp (mm)	tp (mm)	Hp (mm)	f _m (Mpa)	Factor Correc.	f _{mt} (Mpa)	f _{mt} (kg/cm ²)	f _{mt} Promedio (kg/cm ²)
1	45320	300	150	430	1.01	1.069	1.08	11.53	
2	47920	300	150	430	1.06	1.069	1.14	11.61	
3	36120	300	150	430	0.80	1.069	0.86	8.75	
4	44800	300	150	430	1.00	1.069	1.06	10.86	10.91
5	47200	300	150	430	1.05	1.069	1.12	11.44	
6	46450	300	150	430	1.03	1.069	1.10	11.26	

Nota. De la Tabla XIX se observa que la resistencia a compresión promedio en pilas con la adición del 2.0% de YFy fue del 10.91 kg/cm² a los 28 días de curado. Esta resistencia es un valor permisible acorde a la Norma E.080, donde establece que la resistencia admisible es de 2 kg/cm² o 0.2 f'm.

c) Ensayo de Resistencia a Compresión diagonal en muretes

Busca medir la capacidad de un pequeño muro para resistir fuerzas de compresión aplicadas en una dirección diagonal con respecto a su superficie. Esta prueba es relevante para evaluar la solidez y estabilidad de muretes en construcciones y se mide en unidades de presión como MPa o kg/cm².

Nº	Espesor cm	Longitud Cm	Altura cm	Área cm ²	P Kgf	f' _t kgf/cm ²	f' _t Promedio kgf/cm ²
----	------------	-------------	-----------	----------------------	-------	-------------------------------------	--

1	15.0	76.5	76.0	1147.0875	1181	1.03
2	15.0	76.5	76.0	1147.125	1008	0.88
3	15.0	76.5	76.0	1147.4625	1340	1.17
						1.05
4	15.0	76.5	76.0	1146.75	1275	1.11
5	15.0	76.5	76.0	1147.125	1070	0.93
6	15.0	76.5	76.0	1147.125	1351	1.18

Tabla XX

Resistencia a Compresión diagonal en muretes + 0.5% YFy

Nota. De la Tabla XX se observa la resistencia a la compresión diagonal en muretes de las muestras a los 28 días de curado, encontrándose un valor promedio de 1.05 kgf/cm². Ahora bien, la Norma E.080 especifica que la resistencia mínima debe equivaler a 0.025 MPa o 0.25kg/cm².

Tabla XXI

Resistencia a Compresión diagonal en muretes + 1.0% YFy

N°	Espesor Cm	Longitud Cm	Altura cm	Área cm ²	P Kgf	f't kgf/cm ²	f't Promedio kgf/cm ²
1	15.0	76.5	76.0	1147.0875	1052	0.92	
2	15.0	76.5	76.0	1147.125	1225	1.07	
3	15.0	76.5	76.0	1147.4625	1158	1.01	
4	15.0	76.5	76.0	1146.75	1287	1.12	1.00
5	15.0	76.5	76.0	1147.125	1057	0.92	
6	15.0	76.5	76.0	1147.125	1115	0.97	

Nota. De la Tabla XXI se observa un valor promedio de 1.05 kgf/cm² cuando se añadió 1.0% de YFy en las muestras de adobe. Ahora bien, la Norma E.080 especifica que la resistencia mínima debe equivaler a 0.025 MPa o 0.25kg/cm²; por lo que su resistencia alcanzada se encuentra dentro de los límites permisibles.

Tabla XXII

Resistencia a Compresión diagonal en muretes + 1.5% YFy

N°	Espesor Cm	Longitud Cm	Altura cm	Área cm ²	P Kgf	f't kgf/cm ²	f't Promedio kgf/cm ²
1	15.0	76.5	76.0	1147.0875	1357	1.18	
2	15.0	76.5	76.0	1147.125	1031	0.90	
3	15.0	76.5	76.0	1147.4625	1145	1.00	
4	15.0	76.5	76.0	1146.75	1298	1.13	1.02
5	15.0	76.5	76.0	1147.125	1025	0.89	
6	15.0	76.5	76.0	1147.125	1174	1.02	

Nota. De la Tabla XXII se observa un valor promedio de 1.02 kgf/cm² cuando se añadió 1.5% de YFy en las muestras. Teniendo en cuenta lo que especifica la Norma E.080 los valores se

encuentran dentro de lo permisible, ya que, especifica que la resistencia mínima debe equivaler a 0.025 MPa o 0.25kg/cm².

Tabla XXIII

Resistencia a Compresión diagonal en muretes + 2.0% YFy

N°	Espesor Cm	Longitud Cm	Altura cm	Área cm ²	P Kgf	f't kgf/cm ²	f't Promedio kgf/cm ²
1	15.0	76.5	76.0	1147.0875	1427	1.24	
2	15.0	76.5	76.0	1147.125	1405	1.22	
3	15.0	76.5	76.0	1147.4625	1387	1.21	
4	15.0	76.5	76.0	1146.75	1395	1.22	1.23
5	15.0	76.5	76.0	1147.125	1418	1.24	
6	15.0	76.5	76.0	1147.125	1401	1.22	

Nota. De la Tabla XXIII se observa un valor promedio de 1.23 kgf/cm² cuando se incorporó el 2.0% de YFy en las muestras ensayadas de adobe. Considerando lo que establece la Norma E.080, la resistencia mínima debe equivaler a 0.025 MPa o 0.25kg/cm²; dejando en evidencia que el valor es permisible.

d) Ensayo de Resistencia a Flexión con Carga a 2/3

Procedimiento que busca medir la capacidad de un ladrillo de adobe para resistir fuerzas que inducen flexión, aplicando la carga en un punto que está dos tercios de la distancia desde uno de los extremos del ladrillo.

Este ensayo es importante para comprender la resistencia estructural del adobe en condiciones de uso real y se mide en unidades de presión como MPa o kg/cm².

Tabla XXIV

Resistencia a la Flexión del Adobe + 0.5% YFy

N°	P (Carga kN)	P (Carga kg)	Medidas			Resistencia a la Flexión		Resistencia mínima (Norma E.080) MPa
			L (cm)	b (mm)	h (cm)	kg/cm ²	MPa	
1	7.4	754.6	30.0	15.1	10.10	14.7	1.44	
2	7.5	764.8	30.0	15.1	10.00	15.2	1.49	
3	7.6	775.0	30.0	15.0	10.00	15.5	1.52	
4	7.2	734.2	30.0	15.0	10.00	14.7	1.44	0.14
5	7.0	713.8	30.0	15.1	10.00	14.2	1.39	
6	6.9	703.6	30.0	14.9	10.00	14.2	1.39	
Promedio	7.3	741.0	30.0	15.0	10.02	14.75	1.45	

Nota. De la Tabla XXIV se observa una carga promedio de 7.3 kN en un periodo de 28 días. La resistencia a la flexión promedio fue de 1.45 MPa. Esta resistencia se encuentra dentro de la resistencia mínima requerida, siendo está de 0.14 MPa.

Tabla XXV

Resistencia a la Flexión del Adobe + 1.0% YFy

N°	P (Carga kN)	P (Carga kg)	Medidas			Resistencia a la Flexión		Resistencia mínima (Norma E.080) MPa
			L (cm)	b (mm)	h (cm)	kg/cm ²	MPa	
1	4.8	489.5	30.0	15.0	10.00	9.8	0.96	
2	5.0	509.9	30.0	15.0	10.00	10.2	1.00	
3	4.9	499.7	30.0	15.0	10.00	10.0	0.98	
4	4.7	479.3	30.0	15.0	10.00	9.6	0.94	0.14
5	4.8	489.5	30.0	15.0	10.00	9.8	0.96	
6	4.8	489.5	30.0	15.0	10.00	9.8	0.96	
Promedio	4.8	492.9	30.0	15.0	10.00	9.87	0.97	

Nota. De la Tabla XXV se observa una carga promedio de 4.8 kN en un periodo de 28 días. Asimismo, la resistencia alcanzada fue de 0.97 MPa. Según la Norma E.080, menciona que,

la resistencia mínima requerida es de 0.14 MPa.

Tabla XXVI

Resistencia a la Flexión del Adobe + 1.5% YFy

N°	P (Carga kN)	P (Carga kg)	Medidas			Resistencia a la Flexión		Resistencia mínima (Norma E.080) MPa
			L (cm)	b (mm)	h (cm)	kg/cm ²	MPa	
1	4.1	418.1	30.0	15.0	10.00	8.4	0.82	
2	4.0	407.9	30.0	15.0	10.00	8.2	0.80	
3	4.0	407.9	30.0	15.0	10.00	8.2	0.80	
4	4.1	418.1	30.0	15.0	10.00	8.4	0.82	0.14
5	4.0	407.9	30.0	15.0	10.00	8.2	0.80	
6	4.2	428.3	30.0	15.0	10.00	8.6	0.84	
Promedio	4.1	414.7	30.0	15.0	10.00	8.3	0.81	

Nota. De la Tabla XXVI se evidencia que según la Norma E.080, la resistencia mínima requerida es de 0.14 MPa. En base al ensayo realizado se obtuvo que la resistencia alcanzada fue de 0.81 MPa. Estos valores reflejan que la resistencia se encontró dentro de los valores permitidos.

Tabla XXVII

Resistencia a la Flexión del Adobe + 2.0% YFy

N°	P (Carga kN)	P (Carga kg)	Medidas			Resistencia a la Flexión		Resistencia mínima (Norma E.080) MPa
			L (cm)	b (mm)	h (cm)	kg/cm ²	MPa	
1	3.5	356.9	30.0	15.0	10.00	7.1	0.70	
2	3.3	336.5	30.0	15.0	10.00	6.7	0.66	
3	3.4	346.7	30.0	15.0	10.00	6.9	0.68	
4	3.5	356.9	30.0	15.0	10.00	7.1	0.70	0.14
5	3.3	336.5	30.0	15.0	10.00	6.7	0.66	
6	3.2	326.3	30.0	15.0	10.00	6.5	0.64	
Promedio	3.4	343.3	30.0	15.0	10.00	6.8	0.67	

Nota. De la Tabla XXVII se observa que la resistencia obtenida fue de 0.67 MPa; siendo este

valor adecuado en las muestras de adobe. Asimismo, acorde a la Norma E.080, afirma que, la resistencia mínima requerida es de 0.14 MPa; por tal motivo, estos valores reflejan que la resistencia se encontró dentro de los valores permitidos.

- **Determinar el porcentaje óptimo de YFy.**

Teniendo en cuentas los valores encontrados a las muestras patrón y con adición de las YFy se realizó un análisis comparativo para determinar el porcentaje óptimo del material.

a) Ensayo de Resistencia a la Compresión por Unidad

El propósito de este ensayo es determinar la carga máxima que los ladrillos de adobe mejorados con fibras de yute pueden resistir antes de romperse o colapsar debido a fuerzas de compresión.

Tabla XXVIII

Resistencia a la Compresión por Unidad (kg/cm²) + % Fibra de Yute

Mezcla	Días de curado
	28 días
Muestra de Adobe (AM)	12.60
AM + 0.5% YFy	15.50
AM + 1.0% YFy	13.42
AM + 1.5% YFy	12.28
AM + 2.0% YFy	11.20

Nota. De la Tabla XXVII se muestran la resistencia a compresión por unidad de diferentes muestras de adobe después de un período de curado de 28 días. Cada muestra de adobe fue tratada con diferentes proporciones de un material llamado YFy. Para la AM se evidencia que obtuvo una resistencia de 12.60 kg/cm². Cuando se añadió un 0.5% de YFy a la muestra de adobe, la resistencia a compresión aumentó a 15.50 kg/cm². Luego, con una adición del 1.0% de YFy a la muestra de adobe, la resistencia a compresión disminuyó a 13.42 kg/cm². Asimismo, la resistencia a compresión siguió disminuyendo al incorporar 1.5% de YFy, obteniéndose un valor de 12.28 kg/cm². Y finalmente, la muestra con el 2.0% de YFy mostró una resistencia a compresión aún más baja, alcanzando 11.20 kg/cm².

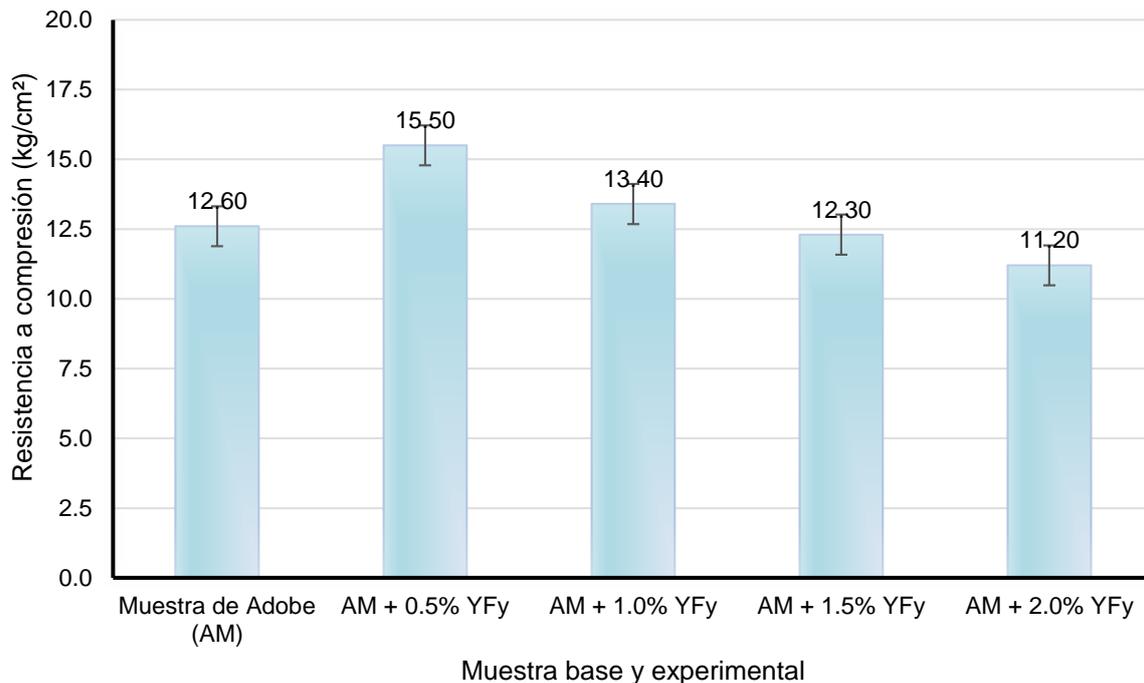


Fig. 9. Resistencia a la Compresión por Unidad + % Fibra de Yute

Nota. De la Fig. 9. se observa que AM mostró una resistencia a la compresión de 12.60 kg/cm² después de 28 días de curado. Cuando se añadió un 0.5% de YFy a la muestra de adobe, la resistencia a la compresión aumentó significativamente a 15.50 kg/cm². Sin embargo, con una adición del 1.0% de YFy a la muestra de adobe, la resistencia a la compresión disminuyó a 13.42 kg/cm² en comparación con la muestra de adobe sin aditivo. La tendencia a la baja continuó cuando se incorporó un 1.5% de YFy, obteniendo una resistencia a la compresión de 12.28 kg/cm². Finalmente, la muestra con un 2.0% de YFy mostró la resistencia a la compresión más baja de todas, con 11.20 kg/cm². En resumen, estos resultados sugieren que la adición de un 0.5% de YFy mejora significativamente la resistencia a la compresión de las muestras de adobe, pero a medida que se aumenta la cantidad de YFy, la resistencia disminuye.

b) Ensayo de Resistencia a la Compresión por Pilas

En este ensayo, se aplica una carga vertical a la pila de ladrillos de adobe reforzados con fibra de yute hasta que se alcance su punto de quiebre.

Tabla XXIX

Resistencia a la Compresión por Pilas (kg/cm²) + % Fibra de Yute

Mezcla	Días de curado
	28 días
Muestra de Adobe (AM)	10.18
AM + 0.5% YFy	10.39
AM + 1.0% YFy	10.67
AM + 1.5% YFy	11.01
AM + 2.0% YFy	10.91

Nota. De la Tabla XXIX se observa la resistencia a la compresión por pilas de diferentes mezclas de ladrillos de adobe con YFy después de un período de curado de 28 días. La resistencia a la compresión registrada para AM después de 28 días de curado fue de 10.18 kg/cm². Luego, la introducción de un 0.5% de YFy llevó a un aumento leve en la resistencia, llegando a 10.39 kg/cm². Continuando con la adición del 1.0% de YFy, se observó un incremento en la resistencia, alcanzando 10.67 kg/cm². Al mismo tiempo, al aumentar al 1.5% de YFy, se logró un aumento significativo en la resistencia, llegando a 11.01 kg/cm²; sin embargo, al incrementar la cantidad de YFy al 2.0%, se obtuvo una resistencia ligeramente menor en comparación con el caso de 1.5%, llegando a 10.91 kg/cm².

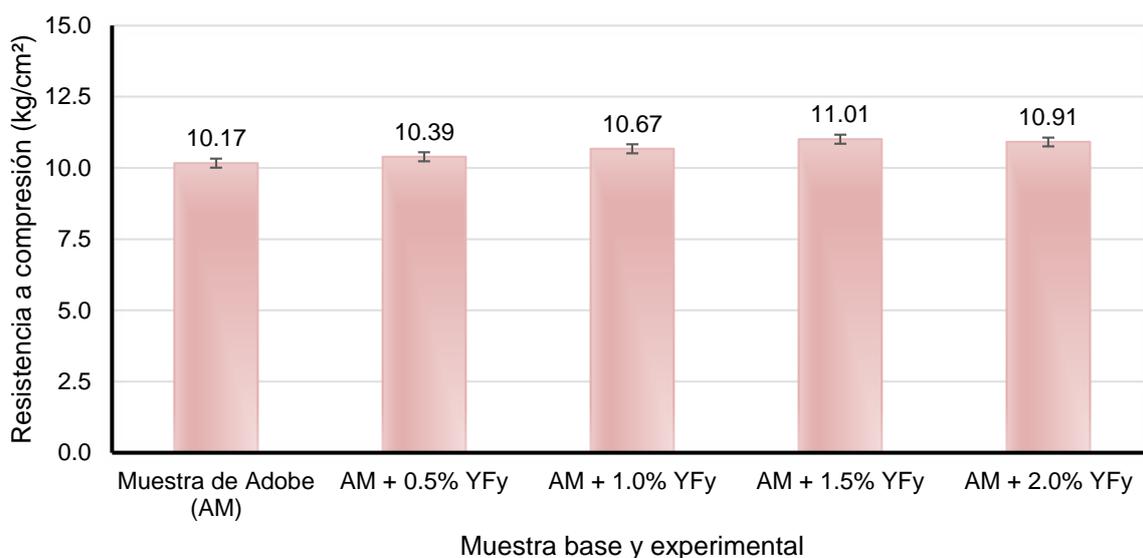


Fig. 10. Resistencia a la Compresión por Pilas + % Fibra de Yute

Nota. De la Fig. 10. se registra que la resistencia a la compresión de la AM después de 28 días de curado fue de 10.18 kg/cm². Al agregar un 0.5% de YFy, hubo un aumento ligero en la resistencia, alcanzando 10.39 kg/cm². Al continuar con la adición de 1.0% de YFy, se notó un incremento en la resistencia, llegando a 10.67 kg/cm². No obstante, al aumentar la proporción de YFy al 1.5%, se logró un aumento más notable en la resistencia, alcanzando 11.01 kg/cm². Sin embargo, con un aumento aún mayor, es decir, al 2.0% de YFy, se obtuvo una resistencia ligeramente menor en comparación con el caso de 1.5%, llegando a 10.91 kg/cm². En resumen, los datos muestran que la adición de YFy tiene un efecto en la resistencia a la compresión por pilas de ladrillos de adobe. El punto óptimo de adición fue del 1.5% de YFy, ya que esta proporción resultó en la mayor resistencia a la compresión registrada.

c) Ensayo de Resistencia del Murete a Compresión Diagonal o Tracción Indirecta

Se mide en términos de la fuerza máxima que el murete puede soportar antes de la falla, relacionada con el área de la sección transversal del murete.

Tabla XXX

Resistencia del Murete a Compresión Diagonal (kg/cm²) + % Fibra de Yute

Mezcla	Días de curado
	28 días
Muestra de Adobe (AM)	0.90
AM + 0.5% YFy	1.05
AM + 1.0% YFy	1.00
AM + 1.5% YFy	1.02
AM + 2.0% YFy	1.23

Nota. De la Tabla XXX se observa que, la resistencia a la compresión registrada para la AM después de 28 días de curado fue de 0.90 kg/cm². Asimismo, al añadir un 0.5% de YFy a la mezcla de adobe, la resistencia aumentó a 1.05 kg/cm². Posteriormente, con una adición del 1.0% de YFy, la resistencia se mantuvo en 1.00 kg/cm². Seguidamente, al incrementar al 1.5% de YFy, se obtuvo un ligero aumento en la resistencia, alcanzando 1.02 kg/cm². Y

finalmente, la muestra con la mayor cantidad de fibras de yute (2.0%) mostró una notable mejora en la resistencia a la compresión, alcanzando 1.23 kg/cm².

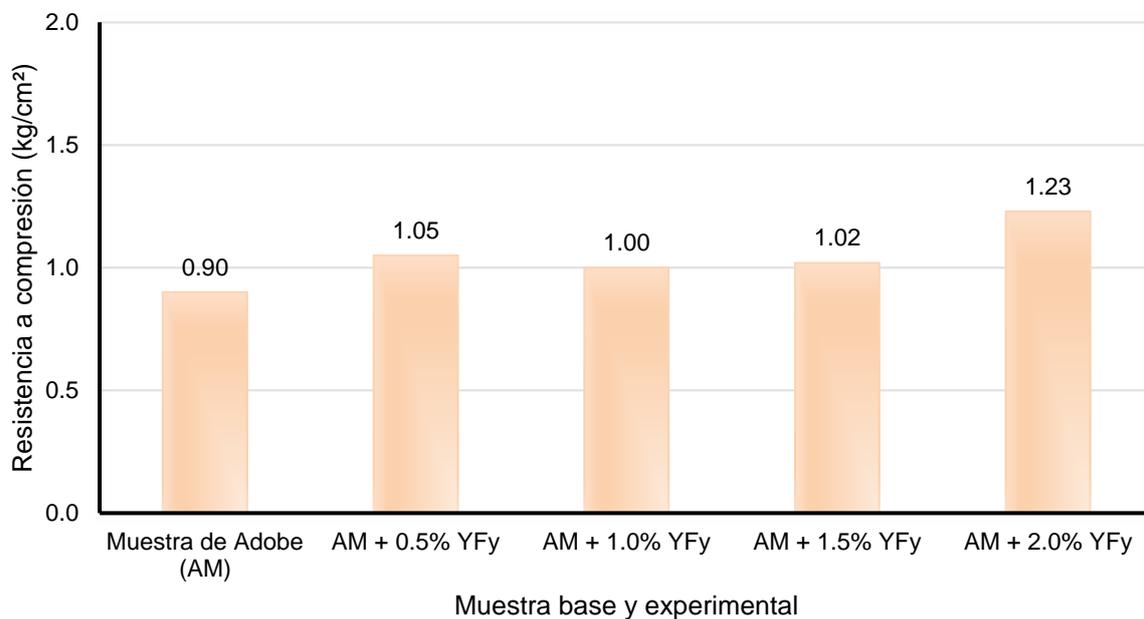


Fig. 11. Resistencia del Murete a Compresión Diagonal + % Fibra de Yute

Nota. De la Fig. 11. se revela que la resistencia a la compresión de la muestra de adobe original (AM) después de 28 días de curado fue de 0.90 kg/cm². Así mismo, al introducir un 0.5% de fibras de yute (YFy) en la mezcla de adobe, la resistencia aumentó a 1.05 kg/cm². Luego, al incorporar un 1.0% de YFy, se mantuvo la resistencia en 1.00 kg/cm². A continuación, al incrementar el porcentaje de YFy al 1.5%, se observó un ligero aumento en la resistencia, llegando a 1.02 kg/cm². Finalmente, el punto culminante se encontró en la muestra con el mayor porcentaje de fibras de yute (2.0%), presentando una mejora significativa en la resistencia a la compresión, alcanzando 1.23 kg/cm². En resumen, los datos evidencian que la incorporación de YFy en las mezclas de adobe influye de manera positiva en la resistencia a la compresión tras 28 días de curado. A medida que se aumenta la cantidad de YFy, generalmente se observa un aumento en la resistencia. No obstante, es destacable que el punto óptimo de mejora parece estar en torno al 2.0% de YFy, ya que esta proporción resultó en la mayor resistencia registrada en esta serie de pruebas.

- **Análisis de Costos Unitarios de Adobe Patrón y con Adición de YFy**

Se realizó el análisis de costos del adobe patrón y con cantidades porcentuales de 0.50%, 1.0%, 1.5% y 2.0% de YFy en unidad.

Rendimiento 300 und/día

				Total S/.	0.61
Descripción	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra					0.32
Oficial	Hh	1	0.025	12	0.324
Materiales					0.278
Arcilla	Kg		5.50	0.046	0.253
Agua	lt.		0.50	0.050	0.025
Herramientas y Equipo					0.016
Desgaste de herramientas	%MO		0.5	0.032	0.016

Rendimiento 300 und/día

				Total S/.	0.61
Descripción	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra					0.32
Oficial	Hh	1	0.025	12	0.324
Materiales					0.314
Arcilla	Kg		5.50	0.046	0.253
Agua	lt.		0.50	0.050	0.025
Fibra de Yute			0.060	0.600	0.036
Herramientas y Equipo					0.016
Desgaste de herramientas	%MO		0.5	0.032	0.016

3.2. Discusión

El presente acápite se enfoca en analizar cómo la adición de YFy, un material biodegradable y renovable, influencia en las propiedades mecánicas del adobe. La resistencia a la compresión, la flexión y otras características esenciales se expondrán y discutirán en detalle, con el objetivo de establecer las ventajas y los desafíos asociados con la

implementación de estas fibras como refuerzo en el adobe.

- **Determinar la clasificación del suelo a emplear en la fabricación de adobes**

En relación con el análisis del suelo previsto para su empleo, se ha verificado que este suelo se clasifica como un tipo de suelo arcilloso de baja plasticidad (CL). Esta conclusión se fundamenta en el hecho de que el 65.3% del suelo evaluado en las pruebas logra atravesar la abertura de la malla N°200, indicando una abundancia de partículas finas típicas de los suelos arcillosos. Además, se ha registrado un LL del 37%, un LP del 24%, un IP del 13% y un contenido de humedad del 9%. Estos valores están intrínsecamente relacionados con las características inherentes del terreno analizado. En concordancia con estos hallazgos, se puede observar que el estudio llevado a cabo por Guerrero & Purisaca, presenta valores cercanos a los obtenidos en nuestra propia investigación. El análisis del terreno natural en ese estudio arrojó un LL de 23.74%, un LP de 16.33% y un IP de 7.40%. Además, se registró un contenido de humedad del 14.41%. Resulta notable que este estudio también haya identificado el terreno como un suelo CL [27].

La convergencia entre los resultados de ambas investigaciones sugiere una cierta uniformidad en las propiedades del suelo estudiado, lo que aporta confianza en la precisión de los datos obtenidos. La identificación del suelo como arcilloso de baja plasticidad se relaciona directamente con su comportamiento en términos de deformación y consistencia bajo diferentes condiciones de humedad. Estas características tienen implicaciones significativas en la construcción y la planificación, ya que los suelos arcillosos pueden experimentar cambios de volumen considerables debido a fluctuaciones en la humedad, lo que puede afectar la estabilidad y durabilidad de las estructuras construidas sobre ellos.

- **Determinar la resistencia mecánica del adobe patrón.**

Respecto a los ensayos mecánicos del AM registró una resistencia promedio a la tracción de 0.61 MPa durante los 28 días de curado. Estos resultados son indicativos de una adecuada resistencia del mortero ante la tracción. Entre tanto, en cuanto a la resistencia a la compresión de las unidades de ladrillos de adobe, se observó una resistencia promedio de 12.6 kg/cm². Y finalmente, en el ensayo de resistencia a la flexión del ladrillo de adobe se

mostró una resistencia promedio de 1.00 MPa. Los valores expuestos cumplen con los requisitos establecidos por la Norma E.080, que especifica un valor mínimo de 0.012, 10.20 y 0.14 MPa para la tracción, compresión y flexión respectivamente. Además, se puede observar una correlación entre los hallazgos de este estudio y la investigación realizada por Rázuri, que se centró en el comportamiento mecánico del adobe tradicional. Los valores obtenidos en ambos estudios son comparables y cercano; ya que, en el estudio de Rázuri se alcanzó una resistencia a compresión de unidades de 11.10 kg/cm²; y una resistencia a flexión de 7.48 kg/cm² [28].

En resumen, los resultados de los ensayos mecánicos de la muestra de adobe tradicional indican que el material cumple con los requisitos normativos y presenta propiedades adecuadas para su implementación en proyectos constructivos.

- **Determinar la resistencia mecánica del adobe incorporando 0.5%, 1%, 1.5% y 2% de YFy.**

Para la resistencia a la compresión de unidad del adobe, se observó que la AM alcanzó un valor de 12.60 kg/cm². Luego, al introducir un 0.5% de YFy, se produjo un aumento considerable en la resistencia, alcanzando 15.50 kg/cm². Sin embargo, al aumentar la concentración de YFy al 1.0%, se observó una disminución en la resistencia a 13.42 kg/cm². Esta tendencia continuó al incorporar un 1.5% de YFy, obteniendo una resistencia de 12.28 kg/cm². Finalmente, la muestra con un 2.0% de YFy mostró una resistencia a la compresión aún más baja, alcanzando 11.20 kg/cm². Es importante destacar que todos estos valores indicaron un aumento en la resistencia en comparación con la muestra patrón (AM), lo cual es un resultado positivo; sin embargo, se observa un punto de inflexión en el comportamiento de la resistencia a partir del 1.0% de YFy, donde se inicia una tendencia descendente. Estos hallazgos son coherentes con la investigación llevada a cabo por Alayo, quien también examinó el impacto de la adición de YFy en la resistencia a la compresión del adobe. Alayo observó que a medida que se incorporaban YFy, la resistencia a la compresión aumentaba en más del 10% en comparación con la AM; sin embargo, también notó que al alcanzar un

1% de YFy, se producían variaciones en la resistencia a la compresión de las unidades. A pesar de estas variaciones, la resistencia seguía siendo más de un 10% superior en comparación con el adobe sin fibras [22].

Para la resistencia a la compresión por pilas, se ha observado que la AM alcanzó una resistencia a la compresión de 10.18 kg/cm² después de 28 días de curado. Al introducir un 0.5% de YFy como refuerzo, se generó un aumento modesto en la resistencia, llegando a 10.39 kg/cm². Posteriormente, con la adición del 1.0% de YFy, la resistencia se incrementó a 10.67 kg/cm². Continuando con el aumento al 1.5% de YFy, se logró un aumento significativo en la resistencia, alcanzando 11.01 kg/cm². Sin embargo, al incorporar un 2.0% de YFy, se observó una resistencia ligeramente menor en comparación con el caso de 1.5%, alcanzando 10.91 kg/cm². Estos resultados indican un patrón de aumento gradual en la resistencia a la compresión a medida que se incorpora más YFy; no obstante, es esencial destacar que, más allá de cierto punto (como se observa en el caso del 2.0% de YFy), el aumento de la cantidad de fibras podría no necesariamente traducirse en un incremento proporcional en la resistencia. En contraste, el estudio realizado por Salazar ha revelado valores de resistencia más altos en comparación con los obtenidos en nuestro estudio; dado que, para porcentajes de 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1% de fibra, las resistencias a la compresión fueron de 24.75 kg/cm², 23.93 kg/cm², 23.49 kg/cm² y 21.88 kg/cm², respectivamente. Estos valores superaron la resistencia de la muestra de adobe estándar (19.82 kg/cm²), lo que indica un efecto positivo del refuerzo con YFy en la resistencia a la compresión [23].

Para la resistencia del murete a compresión diagonal, se muestra que la AM después de 28 días de curado fue de 0.90 kg/cm². Al introducir un 0.5% de YFy en la mezcla, se produjo un aumento en la resistencia, alcanzando 1.05 kg/cm². Al continuar con la adición del 1.0% de YFy, la resistencia se mantuvo constante en 1.00 kg/cm². Posteriormente, al aumentar el porcentaje de YFy al 1.5%, se observó un ligero incremento en la resistencia, llegando a 1.02 kg/cm². Finalmente, el punto de mayor resistencia se alcanzó en la muestra con el mayor porcentaje de fibras de yute (2.0%), presentando una mejora significativa en la resistencia a la compresión diagonal, con un valor de 1.23 kg/cm². Estos resultados indican

claramente que la adición de YFy tiene un impacto positivo en la resistencia a la compresión diagonal del murete de adobe. Cada incremento en el porcentaje de YFy se asoció con un aumento en la resistencia, lo que sugiere que las fibras están contribuyendo efectivamente a reforzar el material y mejorar su capacidad para resistir esfuerzos diagonales. En consonancia con estos hallazgos, el estudio realizado por Rodríguez también respalda los resultados obtenidos en nuestra investigación. Rodríguez observó que el adobe reforzado con un 2% de fibra natural cumplía con las normativas establecidas en la Norma E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Este refuerzo con fibras demostró una mayor capacidad de carga y una resistencia mejorada tanto en compresión axial como en compresión diagonal. El aumento del 5% en la capacidad de carga axial y del 10% en la resistencia en compresión diagonal subraya la efectividad del refuerzo con fibras y su capacidad para fortalecer el murete de adobe en ambas direcciones [30].

- **Determinar el porcentaje óptimo de YFy.**

La exhaustiva interpretación de los resultados obtenidos en este estudio respalda la conclusión de que el porcentaje óptimo de refuerzo con YFy para las muestras de adobe es del 0.5%. Este porcentaje demostró un aumento significativo en la resistencia a la compresión por unidad, por pilas y en el murete por compresión diagonal. Los valores alcanzados fueron de 15.50, 10.39 y 1.05 kg/cm² respectivamente. Aunque otras proporciones también mostraron mejoras notables en las propiedades mecánicas, la adición del 0.5% de YFy resultó ser la óptima en términos de equilibrio entre resistencia y dosificación. Resulta interesante contrastar estos resultados con los estudios previos realizados por Araya et al., dado que en su investigación encontraron que la incorporación del 2.0% de YFy de 15 mm de longitud mejoró de manera significativa diversas propiedades del adobe, como es la resistencia a la compresión y flexión [1]. Por otro lado, Cottrell et al. también respaldan nuestros resultados al confirmar que la adición de un 0.5% de YFy aumentó la resistencia a la tracción y a la compresión aproximadamente 3 y 2 veces respectivamente, en comparación con muestras no reforzadas [18].

Entre tanto, los resultados obtenidos en este estudio también se alinean con el trabajo

realizado por Concha et al. en términos de recomendar dosis menores de YFy (0.5-1.5%) para un mejor desempeño en la resistencia al impacto de bloques de adobe, manteniendo una resistencia a la compresión y a la flexión efectiva. Aunque la variabilidad de los resultados aumentó en comparación con el adobe simple, esto demuestra la influencia positiva de las fibras en ciertas propiedades mecánicas clave [20].

En resumen, la interpretación detallada de los resultados y la comparación con investigaciones anteriores respaldan de manera sólida la conclusión de que el porcentaje óptimo de refuerzo con YFy para las muestras de adobe es del 0.5%. Este porcentaje logra un equilibrio efectivo entre el aumento de la resistencia y el mantenimiento de otras propiedades mecánicas esenciales del adobe, demostrando así su eficacia como estrategia de refuerzo en la construcción con adobe.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

En resumen, este estudio se centró en varios aspectos fundamentales relacionados con la fabricación y el reforzamiento del adobe utilizando YFy. Las siguientes conclusiones se derivan de los resultados y análisis realizados:

- En primer lugar, se llevó a cabo una clasificación detallada del suelo destinado a la producción de adobes. Se confirmó que el suelo es de baja plasticidad con características arcillosas (CL), lo que influye en su comportamiento y capacidad para retener agua. Esta información es esencial para comprender el sustrato con el que se está trabajando.
- En segundo lugar, se determinó la resistencia mecánica del adobe patrón sin ningún tipo de refuerzo. Se estableció que el adobe patrón alcanza valores específicos de resistencia a la compresión, tracción y flexión, lo que proporcionó una base sólida para la comparación con las muestras reforzadas, obteniéndose valores de resistencia promedio a la tracción de 0.61 MPa, resistencia a la compresión de la unidad de ladrillos de adobe de 12.6 kg/cm²; y una resistencia a la flexión del ladrillo de adobe se mostró una resistencia promedio de 1.00 MPa.
- En tercer lugar, al evaluar la resistencia mecánica del adobe patrón al incorporar diferentes porcentajes de YFy, incluyendo 0.5%, 1%, 1.5% y 2%, se concluye que, la introducción de YFy afectó las propiedades mecánicas del adobe, y se observaron tendencias específicas en relación con el porcentaje de refuerzo; ya que, a pesar que la adición de los diferentes porcentajes produjeron incrementos; en proporciones mayores del 1.00% de YFy empiezan a observarse variaciones con tendencias a reducirse.
- Finalmente, mediante un análisis minucioso de los resultados obtenidos, se identificó el porcentaje óptimo de YFy para reforzar el adobe; concluyéndose que, el 0.5% de YFy es el punto de equilibrio más eficaz entre el aumento de la resistencia y la dosificación de fibras, ya que demostró mejoras significativas en las propiedades mecánicas del adobe sin

llegar a una saturación que afecte negativamente su resistencia.

4.2. Recomendaciones

- El análisis exhaustivo de la clasificación del suelo destinado para la fabricación de adobes ha proporcionado información esencial sobre sus propiedades físicas y comportamiento. Dado que se confirmó que el suelo se clasifica como arcilloso de baja plasticidad (CL), se sugiere considerar esta característica al diseñar mezclas de adobes y al planificar la preparación del terreno. Además, se recomienda realizar análisis de consistencia y contenido de humedad para comprender mejor cómo afecta la plasticidad del suelo al proceso de fabricación.
- La determinación de la resistencia mecánica del adobe patrón ha sentado una base fundamental para la evaluación de su comportamiento. Dado que se obtuvieron valores específicos de resistencia a la compresión, tracción y flexión, se recomienda utilizar estos valores como referencia para futuros análisis comparativos. Esto permitirá evaluar con mayor precisión los efectos de los refuerzos de fibras de yute en las propiedades mecánicas del adobe.
- La evaluación de la resistencia mecánica del adobe al incorporar diferentes porcentajes de fibras de yute proporcionó información esencial sobre cómo estos refuerzos impactan en las propiedades del adobe. Dado que se observaron tendencias específicas en función del porcentaje de refuerzo, se sugiere considerar los valores obtenidos para tomar decisiones informadas en la elección de los porcentajes de refuerzo en proyectos futuros. Es esencial tener en cuenta que, a partir del 1.00% de YFy, se pueden observar reducciones en la resistencia, lo que indica la importancia de mantener un equilibrio entre resistencia y cantidad de fibras añadidas.
- La identificación del porcentaje óptimo de YFy como el 0.5% representa una conclusión significativa en este estudio. Dado que este porcentaje demostró mejoras significativas en

las propiedades mecánicas del adobe sin comprometer su resistencia, se recomienda su implementación en futuros proyectos de construcción con adobes reforzados. Este hallazgo brinda una dirección clara para la mejora de las propiedades mecánicas del adobe, lo que puede contribuir a la construcción de estructuras más resilientes y sostenibles.

- En resumen, se aconseja tomar en consideración el comportamiento que se produjo en el adobe al adicionar cantidades porcentuales de YFy; ya que, esto permitirá aprovechar al máximo las propiedades mecánicas mejoradas del adobe y contribuirá al desarrollo de construcciones más seguras y duraderas.

REFERENCIAS

- [1] G. Araya, F. Antico, C. Burbano, J. Concha, J. Norambuena and E. Saavedra, "Experimental evaluation of adobe mixtures reinforced with jute fibers," *Construction and Building Materials*, vol. 276, p. 122127, 2021.
- [2] G. Sakthi and M. Ravichandran, "Study of moisture absorption characteristics of jute fiber reinforced waste plastic filled polymer composite," *Materials Today*, vol. 27, no. 2, pp. 712-717, 2020.
- [3] M. Alves, R. Toledo, F. de Andrade, B. Mobasher, S. Müller and V. Mechtcherine, "Interface characteristics of jute fiber systems in a cementitious matrix," *Cement and Concrete Research*, vol. 116, pp. 252-265, 2019.
- [4] H. Song, J. Liu, K. He and W. Ahmad, "A comprehensive overview of jute fiber reinforced cementitious composites," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 15, p. e00724, 2021.
- [5] G. Rangasamy, S. Mani, S. Kondayampalayam, M. Alsoufi, A. Mahmoud, S. Muthusamy, H. Panchal and K. Kumar, "An extensive analysis of mechanical, thermal and physical properties of jute fiber composites with different fiber orientations," *Case Studies in Thermal Engineering*, vol. 28, p. 101612, 2021.
- [6] A. Majumder , F. Stochino, I. Farina, M. Valdes, F. Fraternali and E. Martinelli , "Physical and mechanical characteristics of raw jute fibers, threads and diatons," *Construction and Building Materials*, vol. 326, p. 126903, 2022.
- [7] H. Bui, M. Hussain and D. Levacher, "Recycling of Tropical Natural Fibers in Building Materials," *Nat. Fiber.*, p. 102999, 2022.
- [8] S. Shukla and A. Mittal , "Effect of jute fibre reinforcement on strength, thickness and cost of low-volume rural roads," *Materials Today: Proceedings*, vol. 62, no. 12, pp. 6749-6754, 2022.
- [9] F. Salgado, A. Camposo, F. da Costa, É. Pereira, S. Neves and R. Pondé,

- "Performance of jute non-woven mat reinforced polyester matrix composite in multilayered armor," *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 7, no. 4, pp. 535-540, 2019.
- [10] L. He, F. Xia, D. Chen, S. Peng, S. Hou and J. Zheng, "Optimization of molding process parameters for enhancing mechanical properties of jute fiber reinforced composites," *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, vol. 42, no. 9-10, pp. 446-454, 2023.
- [11] M. Fagone, H. Kloft, F. Loccarini and G. Ranocchiali, "Jute fabric as a reinforcement for rammed earth structures," *Composites Part B: Engineering*, vol. 175, p. 107064, 2019.
- [12] J. Atalaya and A. Sarmiento, "Physical and mechanical properties of compacted adobe with incorporation of coconut fibers," *Actas de la multiconferencia internacional LACCEI de ingeniería, educación y tecnología*, pp. 1-9, 2020.
- [13] F. Greco and P. Lourenco, "Seismic assessment of large historic vernacular adobe buildings in the Andean Region of Peru. Learning from Casa Arones in Cusco," *Journal of Building Engineering*, vol. 40, p. 102341, 2021.
- [14] G. Abanto, K. Mustapha, G. Lefebvre, J. Solís, M. Gómez and M. Horn, "Thermal properties of adobe employed in Peruvian rural areas: Experimental results and numerical simulation of a traditional bio-composite material," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 6, pp. 177-191, 2017.
- [15] G. Sumerente, H. Lovon, N. Tarque and C. Chácará, "Assessment of Combined In-Plane and Out-of-Plane Fragility Functions for Adobe Masonry Buildings in the Peruvian Andes," *Frontiers in Built Environment*, vol. 6, p. 00052, 2020.
- [16] P. Hurtado, "Tecnología andina y española: Características constructivas

de la torre de adobe de la iglesia virreinal San Cristóbal de Huánuco, Perú," *Informes de la Construcción*, vol. 72, no. 559, p. 72150, 2020.

- [17] INEI, «Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares. Acceso a servicios básicos,» Agosto 2018. [En línea]. Available: inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf.
- [18] J. Cottrell, M. Ali, A. Tatari and B. Martinson, "Effects of Fibre Moisture Content on the Mechanical Properties of Jute Reinforced Compressed Earth Composites," *Construction and Building Materials*, vol. 373, p. 130848, 2023.
- [19] S. Ramakrishnan, S. Loganayagan, G. Kowshika, C. Ramprakash and M. Aruneshwaran, "Adobe blocks reinforced with natural fibres: A review," *Materials Today: Proceedings*, vol. 45, no. 7, pp. 6493-6499, 2021.
- [20] J. Concha, F. Antico and G. Araya, "Mechanical and damage similarities of adobe blocks reinforced with natural and industrial fibres," *Matéria (Rio J.)*, vol. 25, no. 4, p. 1206, 2020.
- [21] H. Jaramillo, J. Gómez and W. Guevara, "Elaboration of an eco-brick for construction with improved physical and mechanical properties," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 2046, p. 012049, 2021.
- [22] D. Alayo, "Resistencia a la flexión y compresión axial del adobe compactado con adición de fibras de yute, Cajamarca 2017," Cajamarca, 2018.
- [23] L. Salazar, "Resistencia a la compresión axial del adobe compactado con adición de fibra de maguey, Cajamarca 2017," Cajamarca, 2019.
- [24] A. Condori and Y. Solano, "Influencia de la fibra de maguey en la compresión, tracción y absorción del adobe," Huancavelica, 2019.
- [25] A. Mateo, "Fibras de maguey en las propiedades del adobe en el centro poblado Colpa Alta, distrito de Amarilis, Huánuco 2020," Lima, 2020.
- [26] F. Florez and Y. Limpe, "Influencia de la fibra de maguey (Furcraea

andina) en las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe tradicional, Cusco – 2018," Cusco, 2019.

- [27] J. Guerrero and J. Purisaca, "Adición de Fibra de Musa Paradisiaca y Fibra de Agave para Optimizar las Propiedades Mecánicas del Adobe," Chiclayo, 2023.
- [28] C. Rázuri, "Uso de fibra de vidrio en la fabricación de adobe: caracterización mecánica del nuevo material," Chiclayo, 2020.
- [29] S. Vega, "Resistencia a compresion de adobe con fibra de maguey, Centro Poblado de Hualcan - Carhuaz 2018.," Huaraz, 2020.
- [30] J. Rodriguez, "Resistencia del adobe cuyas unidades han sido reforzadas al 2% con fibra de maguey-centro poblado de Pongor Huaraz.," Huaraz, 2019.
- [31] M. Costi, M. Philokyprou and I. Ioannou, "Comparison of adobes from pre-history to-date," *Journal of Archaeological Science: Reports*, vol. 12, pp. 437-448, 2017.
- [32] J. Yue , Y. Zhang , P. Li and J. Zhang , "Experimental Study on the Mix Ratio of Restored Heritage Building Adobe," *Materials*, vol. 15, no. 11, p. 4034, 2022.
- [33] M. Savary, F. Mehdizadeh, M. Shayganmanesh, N. Tahmasebiboldaji and A. Sadat, "Improving the adobe material properties by laser material processing," *Construction and Building Materials*, vol. 249, p. 118591, 2020.
- [34] K. Asmat, «Influencia del reemplazo del agua por melasa en la resistencia a la compresión de adobes,» UCT, Trujillo, 2019.
- [35] A. Antay, "Evaluación comparativa de las propiedades físicomecánicas de la unidad de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, frente al adobe elaborado en el distrito de Saylla-Cusco," Cusco, 2020.
- [36] L. Sotomayor, "Diseño y proceso constructivo de una vivienda de adobe

en Cauquenes," Santiago, 2019.

- [37] A. Caratenuto, L. Xie, L. Gu, Y. Tian, X. Liu, C. Wang, M. Su and Y. Zheng, "Adobe bricks as zero-material-cost solar evaporators for water-scarce regions," *Desalination*, vol. 546, p. 116199, 2023.
- [38] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento - Norma Técnica E.080 Adobe, "Edificaciones Antisísmicas de Adobe," Lima, 2018.
- [39] G. Calatan, A. Hegyi, C. Dico and . H. Szilagy, "Opportunities Regarding the Use of Adobe-bricks within Contemporary Architecture," *Procedia Manufacturing*, vol. 46, pp. 150-157, 2020.
- [40] M. Dormohamadi and R. Rahimnia, "Combined Effect of Compaction and Clay Content on the Mechanical Properties of Adobe Brick," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 13, p. e00402, 2020.
- [41] I. Moromi, "Adobe," Lima, 2019.
- [42] X. Wu, C. Cai, Z. Yuan and D. Li , "Contributions of climate and soil properties to geographic variations of soil organic matter across the East Asian monsoon region," *Soil and Tillage Research*, vol. 234, p. 105845, 2023.
- [43] G. Retallack, "Soil, Soil Processes, and Paleosols," *Encyclopedia of Geology (Second Edition)*, pp. 690-707, 2021.
- [44] J. Moreno and J. Azcárate, "Evaluation of the USDA soil texture triangle through Atterberg limits and an alternative classification system," *Applied Clay Science*, vol. 229, p. 106689, 2022.
- [45] F. Gomes, R. Marçal, A. Ribeiro, M. Carvalho and R. Farinassi, "Physical, mechanical and thermal behavior of adobe stabilized with glass fiber reinforced polymer waste," *Construction and Building Materials*, vol. 222, pp. 168-182, 2019.
- [46] A. Quijano, "Estudio del mejoramiento de propiedades físicas y mecánicas del adobe agregando adiciones naturales en su proceso de fabricación,"

Chiclayo, 2022.

- [47] Y. Santosh, D. Hala, K. Reinold, Y. Sieffert, E. Crété, F. Vieux-Champagne, P. Garnier and Y. Malécot, "Effects of horizontal seismic band on seismic response in masonry structure: Application of DIC technique," *Progress in Disaster Science*, vol. 10, p. 100149, 2021.
- [48] O. Revuelta and F. Merino, "Cúpulas de barro, de piedra y de barro y piedra en las construcciones auxiliares de la arquitectura popular del centro de Castilla y León," *Informes de la Construcción*, vol. 69, 2017.
- [49] K. Horno and G. Bankoff, "The neglected country(side): Earthquake risk perceptions and disaster risk reduction in post-Soviet rural Kazakhstan," *Journal of Rural Studies*, vol. 80, pp. 171-184, 2020.
- [50] A. Mellaikha, A. Tiliouaa, H. Souli, M. Garoum and M. A. Alaoui Hamdi, "Characterization of different earthen construction materials in oasis of south-eastern Morocco (Errachidia Province)," *Case Studies in Construction Materials*, no. 14, p. e00496, 2021.
- [51] C. Babé, D. Kaoga, A. Tom, R. Ngono, R. Essama and N. Djongyanga, "Thermomechanical characterization and durability of adobes reinforced with millet waste fibers (sorghum bicolor)," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 13, p. e00422, 2020.
- [52] Y. Nuzzo, N. Caterino, A. Novellino and A. Occhiuzzi, "Computer-aided decision making for regional seismic risk mitigation accounting for limited economic resources," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 11, no. 5539, 2021.
- [53] F. da Porto, M. Dona, A. Rosti, M. Rota, S. Lagomarsino, S. Cattari, B. Borzi, M. Onida, D. De Gregorio, F. Linda Perelli, C. Del Gaudio, P. Ricci and E. Speranza, "Comparative analysis of the fragility curves for Italian residential masonry and RC buildings," *Bulletin of Earthquake Engineering*, vol. 19, p. 3209–

3252, 2021.

- [54] F. Saeideh, T. Ahmad and B. Behrouz, "Earthquake and post-earthquake vulnerability assessment of urban gas pipelines network," *Natural Hazards*, vol. 101, no. 2, pp. 327-347, 2020.
- [55] U. Aqtash and P. Bandini, "Influence of wall thickness and water content on the out-of-plane stability of adobe walls," *Infrastructures*, vol. 5, no. 9, p. 78, 2020.
- [56] N. Sadeghi, D. Oliveira, M. Correia, H. Azizi and A. Orduña, "Seismic performance of historical vaulted adobe constructions: a numerical case study from Yazd, Iran," *International Journal of Architectural Heritage*, vol. 12, no. 5, pp. 879- 897, 2019.
- [57] A. Sohel and M. Hiroshi, "An Analysis of Housing Structures' Earthquake Vulnerability in Two Parts of Dhaka City," *Sustainability*, vol. 10, no. 4, p. 1106, 2019.
- [58] Y. Bai, J. Gao, A. Pitts, Y. Gao, W. Bai and T. Zhong, "Improving the sustainability of traditional dwellings in Yunnan, China: Seismic resistance testing of wood-frame and earth-built wall dwellings," *Sustainability*, vol. 11, no. 4, p. 977, 2019.
- [59] Y. K. Muhammad, R. Ans Al, A. Zia Ullah, S. Muhammad Fahad , A. Hassan and N. Muhammad Ali, "Tensile strength evaluation of glass/jute fibers reinforced composites: An experimental and numerical approach," *Results in Engineering*, vol. 10, p. 100232, 2021.
- [60] E. Antunes, M. Vieira and R. Da Silva, "Evaluation of the behavior of mortars produced with fibers from the straw of carnauba: effects of the content of addition and length used," *Revista Materia*, vol. 26, no. 2, p. 1279, 2021.
- [61] J. Zhang, A. Deng and M. Jaksa, "Enhancing mechanical behavior of

- micaceous soil with jute fibers and lime additives," *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, vol. 13, no. 5, pp. 1093-1100, 2021.
- [62] L. Piani , J. Weerheijm, M. Peroni, L. Koene , D. Krabbenborg, G. Solomos and J. Sluys, "Dynamic behaviour of adobe bricks in compression: The role of fibres and water content at various loading rates," *Construction and Building Materials*, vol. 230, p. 117038, 2020.
- [63] A. Eslami , H. Mohammadi and H. Mirabi, "Palm fiber as a natural reinforcement for improving the properties of traditional adobe bricks," *Construction and Building Materials*, vol. 325, p. 126808, 2022.
- [64] V. Martinez and C. Nungaray, "Evaluación del desempeño sísmico de edificaciones compuestas de marcos rígidos de acero en zonas hondureñas de alto peligro sísmico," *Informes de la Construcción*, vol. 71, no. 576, p. e314, 2019.
- [65] J. Gil, M. Sanchez, R. Roux and J. Espuna, "Experimental study of adobe masonry and its adherence with reinforced concrete confinement elements," *Civil Engineering and Architecture*, vol. 9, no. 2, pp. 404-409, 2021.
- [66] D. Mansoure and R. Rahimnia, "Combined effect of compaction and clay content on the mechanical properties of adobe brick," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 13, p. e00402, 2020.
- [67] M. Salih, I. Osofero and S. Imbabi, "Critical review of recent development in fiber reinforced adobe bricks for sustainable construction," *Frontiers of Structural and Civil Engineering*, vol. 14, no. 4, pp. 839-854, 2020.
- [68] T. Edgar and D. Manz, "Applied Experimentation," *Research Methods for Cyber Security*, pp. 271-297, 2019.
- [69] J. Sheard, "Quantitative data analysis," *Research Methods (Second Edition)*, pp. 429-452, 2018.
- [70] R. Hernández y C. Mendoza, Metodología de la investigación: Las rutas

cuantitativa, cualitativa y mixta, Mc Graw Hill, 2018.

ANEXOS

Anexo I. Carta de Autorización de Recolección de Datos



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswceirl@gmail.com

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Chiclayo, 14 de setiembre de 2022

Quien suscribe:

Sr. Wilson Arturo Olaya Aguilar

Representante Legal – LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado **“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE ELABORADO CON FIBRAS DE YUTE”**.

Por el presente, el que suscribe, Wilson Arturo Olaya Aguilar representante legal de la empresa LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. **AUTORIZO** al estudiante Sánchez Guevara Eymhi Yósselín, identificado con DNI N° 72912250, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Señor de Sipán y autor del trabajo de investigación denominado **“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE ELABORADO CON FIBRAS DE YUTE”**, para el uso de laboratorio técnico y formatos de procesamiento de datos y cálculo para obtención de resultados de control de calidad en efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente.



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



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo II. Informe de Ensayo

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

CLIENTE : Eymhi Yósselin Sánchez Guevara
PROYECTO : "Análisis de las propiedades mecánicas del adobe elaborado con fibras de yute".
UBICACIÓN : Chiclayo - Lambayeque
TIPO DE PRODUCTO : Suelos
FECHA DE RECEPCIÓN : 19/8/22
ING. ESPECIALISTA : Secundino Burga Fernandez
TECNICO LABORATORIO : Segundo A. Carranza Mejía

NOTA :

El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.

Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.

Este informe imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de muestreo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

Anexo III. Contenido de Humedad del Suelo

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.127 - 1998 (revisada el 2019)

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

FECHA DE ENSAYO : 19/08/2022

CÓDIGO ÚNICO : S/C

RESP. LAB. : S.B.F.

MATERIAL : Terreno natural

TEC. LAB. : S.A.C.M.

MUESTRA : M-01

Descripcion	15		
Peso de tara			
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1200		
Peso de la tara + muestra seca (gr)	1104		
Peso del agua contenida (gr)	96		
Peso de la muestra seca (gr)	1104		
Contenido de Humedad (%)	9		

Observaciones del ensayo:

- * Muestra disturbada
- * Pesado constante : 2 horas
- * Horno controlado a : 110 +5°C
- * Exclusión de algún material : No
- * Más de un tipo de material : No
- * Cumple con el peso mínimo requerido : Si


 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Seguridad A. Carranza Mejía
 TÉCNICO DE LABORATORIO

técnico de laboratorio.


 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Basso Fernández
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 149278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

Anexo IV. Análisis Granulométrico del Terreno

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

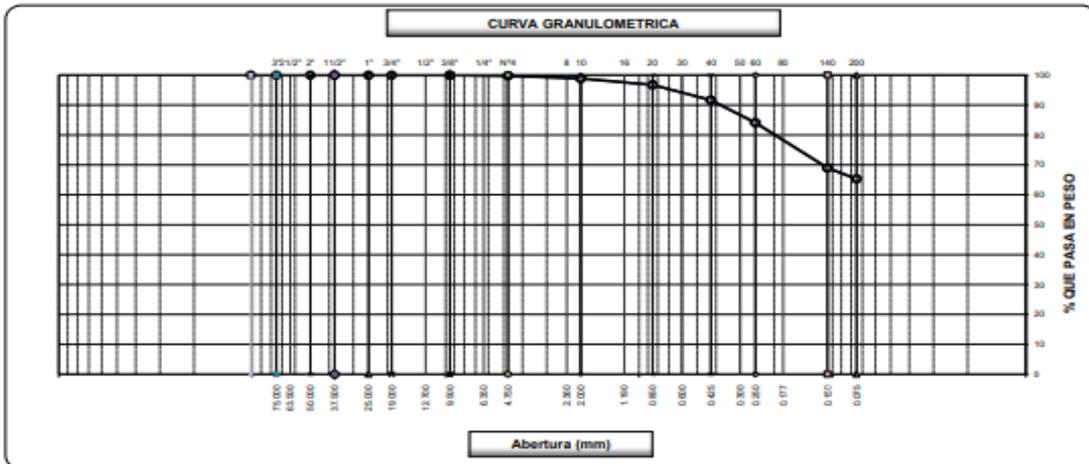


Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
REFERENCIA NORMATIVA	NTP 339.128 - 1999 (revisada el 2019)	FECHA DE ENSAYO : 19/08/2022
TIPO DE PRODUCTO	Suelos	RESP. LAB. : S.B.F.
CÓDIGO ÚNICO	S/C	TEC. LAB. : S.A.C.M.
MATERIAL	Terreno natural	
MUESTRA	M-01	

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Descripcion
5"	127.000					1. Peso de Material
4"	101.600					Peso Inicial Total (kg) 500.0
3"	75.000					Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) 500.0
2 1/2"	63.500					
2"	50.000					2. Caracteristicas
1 1/2"	37.500					Tamaño Maximo 3/8"
1"	25.000					Tamaño Maximo Nominal N° 4
3/4"	19.000					Grava (%) 0.2
1/2"	12.700					Arena (%) 34.5
3/8"	9.500				100.0	Finos (%) 65.3
1/4"	6.350					
N° 4	4.750	1.1	0.2	0.2	99.8	
N° 8	2.360					3. Clasificacion
N° 10	2.000	4.6	0.9	1.1	98.9	Limite Liquido (%) 37
N° 16	1.190					Limite Plastico (%) 24
N° 20	0.850	10.7	2.1	3.3	96.7	Indice de Plasticidad (%) 12
N° 30	0.600					Clasificacion SUCS CL
N° 40	0.425	25.4	5.1	8.4	91.6	Clasificacion AASHTO A-6 [7]
N° 50	0.300					
N° 60	0.250	37.8	7.6	15.9	84.1	4. Observaciones del ensayo
N° 80	0.180					* Muestra disturbada
N° 140	0.106	75.6	15.1	31.0	69.0	
N° 200	0.075	18.3	3.7	34.7	65.3	
Pasante		326.5	65.3	100.0		



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Seguinda A. Corraza Mejia
 TECNICO DE LABORATORIO
 CHICLAYO DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Sr. Ricardo E. Pardo Ferrandiz
 INGENIERO CIVIL
 REG. C. 169278



técnico de laboratorio.

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.

Anexo V. Límites de Atteberg



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : LIMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.129 - 1999 (revisada el 2019)

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

FECHA DE ENSAYO : 19/08/2022

CÓDIGO ÚNICO : S/C

RESP. LAB. : S.B.F.

MATERIAL : Terreno natural

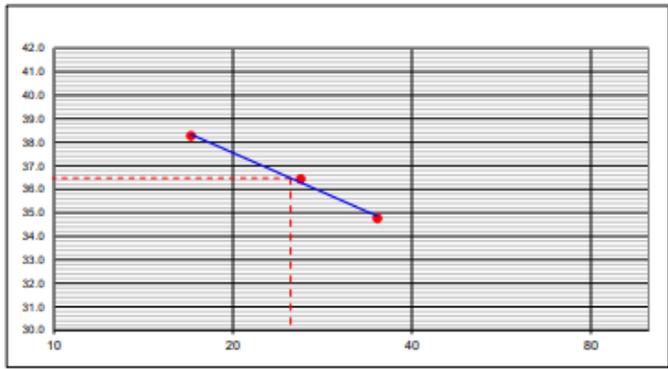
TEC. LAB. : S.A.C.M.

MUESTRA : M-01

METODO MULTIPUNTO					
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
Nº de Tarro		86	4	11	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	27.99	27.82	30.09	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	26.13	25.98	27.61	
Peso de Tarro	gr.	20.78	20.93	21.13	
Peso de Agua	gr.	1.86	1.84	2.48	
Peso del Suelo Seco	gr.	5.35	5.05	6.48	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	34.77	36.44	38.27	37
Número de Golpes		35	26	17	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD					
Nº de Tarro		13	15		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	18.95	19.84		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	17.22	18.13		
Peso de Tarro	gr.	10.06	11.11		
Peso de Agua	gr.	1.73	1.71		
Peso de Suelo seco	gr.	7.16	7.02		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	24.16	24.36		24

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Constantes Físicas de la Muestra	
Limite Liquido	37
Limite Plastico	24
Indice de Plasticidad	12

Observaciones del ensayo

- * Muestra retenida Tamiz Nº40 (%) : 8.4
- * Muestra disturbada
- * Muestra seca al aire durante el ensayo

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Ing. Erick A. Córdova Mejía
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Borge Fernández
 ING. CIVIL
 REG. C.º 169278



_____ técnico de laboratorio.

_____ Responsable de laboratorio.

Fin de documento.

Anexo VI. Resistencia del Mortero a la Tracción

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO

REFERENCIA NORMATIVA ASTM C496/C496M-17

PROYECTO "Análisis de las propiedades mecánicas del adobe elaborado con fibras de yute".

UBICACIÓN Chiclayo - Lambayeque

CLIENTE Eymhi Yósselin Sánchez Guevara

TIPO DE PRODUCTO Adobe

FECHA DE ENSAYO : Indicada

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. LAB. : S.A.C.M.

PROBETA Nº	Código interno	Descripción	Fecha		Edad (días)	L (cm)	b (mm)	h (cm)	Área de contacto (cm ²)	Carga máxima KN	Resistencia a la tracción		Resistencia mínima (Norma E.080) (Mpa)	Aceptación de unidad
			Moldeo	Rotura							Mpa	Kg/cm ²		
1	M22-031	Mortero	17/08/2022	14/09/2022	28	30.0	15.0	10.00	450.0	55.0	0.61	6.2	0.012	Cumple
2	M22-032		17/08/2022	14/09/2022	28	30.0	15.0	10.00	450.0	53.0	0.59	6.0		Cumple
3	M22-033		17/08/2022	14/09/2022	28	30.0	15.0	10.00	450.0	54.0	0.60	6.1		Cumple
4	M22-034		17/08/2022	14/09/2022	28	30.0	15.0	10.00	450.0	57.0	0.63	6.5		Cumple
5	M22-035		17/08/2022	14/09/2022	28	30.0	15.0	10.00	450.0	54.0	0.60	6.1		Cumple
6	M22-036		17/08/2022	14/09/2022	28	30.0	15.0	10.00	450.0	55.0	0.61	6.2		Cumple

Observaciones :

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- * El solicitante brindo toda la información sobre el producto, por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Segundy A. Carranza Mejía
 TÉCNICO DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Berra Fernández
 INGENIERO
 REG. CTR. 149278



Fin de documento.

Anexo VII. Resistencia a la Compresión del Ladrillo de Adobe



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO
REFERENCIA NORMATIVA : NTP 399.613
PROYECTO : "Análisis de las propiedades mecánicas del adobe elaborado con fibras de yute".
UBICACIÓN : Chiclayo - Lambayeque
CLIENTE : Eymhi Yósselin Sánchez Guevara
TIPO DE PRODUCTO : Adobe

FECHA DE ENSAYO : Indicada
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : S.A.C.M.

Ensayo N°	Código interno	Descripción	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura	Longitud	Ancho	Área de contacto	Lectura	Resistencia	Resistencia mínima (norma E.080)	Aceptación de unidad
						cm	cm	cm	cm2	Kg	Kg/cm2	Kg/cm2	
1	M22-001	Diseño patrón	17/08/2022	14/09/2022	28	10.0	10.0	10.0	100.0	2517.6	12.6	10.20	Cumple
2	M22-002		17/08/2022	14/09/2022	28	10.0	10.0	10.0	100.0	2507.4	12.5		Cumple
3	M22-003		17/08/2022	14/09/2022	28	10.0	10.0	10.0	100.0	2527.8	12.6		Cumple
4	M22-004		17/08/2022	14/09/2022	28	10.0	10.0	10.0	100.0	2517.6	12.6		Cumple
5	M22-005		17/08/2022	14/09/2022	28	10.0	10.0	10.0	100.0	2538.0	12.7		Cumple
6	M22-006		17/08/2022	14/09/2022	28	10.0	10.0	10.0	100.0	2527.8	12.6		Cumple

Observaciones :

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- * El solicitante brindo toda la información sobre el producto, por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Seguridad A. Carreroza Mejía
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 SUPERVISOR DEL LABORATORIO
 Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Bascá Fernández
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.O.T. 182278
 Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO
REFERENCIA NORMATIVA : NTP 399.613
PROYECTO : "Análisis de las propiedades mecánicas del adobe elaborado con fibras de yute".
UBICACIÓN : Chiclayo - Lambayeque
CLIENTE : Eymhi Yósselin Sánchez Guevara
TIPO DE PRODUCTO : Adobe

FECHA DE ENSAYO : Indicada
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : S.A.C.M.

Ensayo N°	Código interno	Descripción	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura	Longitud	Ancho	Área de contacto	Lectura	Resistencia	Resistencia mínima (norma E.080)	Aceptación de unidad
						cm	cm	cm	cm ²	Kg	Kg/cm ²	Kg/cm ²	
1	M22-007	Diseño patrón + 0.5% fibras de yute	02/09/2022	30/09/2022	28	10.1	10.1	10.1	102.0	3057.8	15.0	10.20	Cumple
2	M22-008		02/09/2022	30/09/2022	28	10.0	10.1	10.1	102.0	3057.8	15.0		Cumple
3	M22-009		02/09/2022	30/09/2022	28	10.1	10.2	10.0	102.0	2955.9	14.5		Cumple
4	M22-010		02/09/2022	30/09/2022	28	10.0	10.1	10.1	102.0	3180.1	15.6		Cumple
5	M22-011		02/09/2022	30/09/2022	28	10.2	10.2	10.0	102.0	3282.0	16.1		Cumple
6	M22-012		02/09/2022	30/09/2022	28	10.0	10.0	10.0	100.0	3363.6	16.8		Cumple

Observaciones :

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- * El solicitante brinda toda la información sobre el producto, por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Seguridad A. Carranza Mejía
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 SUPERVISOR DE LABORATORIO
 Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Seguridad E. Pérez Fortiáñez
 INGENIERO CIVIL
 REG. C. 187278
 Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

SERVICIOS DE LABORATORIOS CHICLAYO - EMP ASFALTOS
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO
REFERENCIA NORMATIVA : NTP 399.613
PROYECTO : "Análisis de las propiedades mecánicas del adobe elaborado con fibras de yute".
UBICACIÓN : Chiclayo - Lambayeque
CLIENTE : Eymhi Yósselin Sánchez Guevara
TIPO DE PRODUCTO : Adobe

FECHA DE ENSAYO : Indicada
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : S.A.C.M.

Ensayo N°	Código interno	Descripción	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura	Longitud	Ancho	Área de contacto	Lectura	Resistencia	Resistencia mínima (norma E.080)	Aceptación de unidad
						cm	cm	cm	cm2	Kg	Kg/cm2	Kg/cm2	
1	M22-013	Diseño patrón + 1.0% fibras de yute	26/08/2022	23/09/2022	28	10.1	10.0	10.1	101.0	2721.5	13.5	10.20	Cumple
2	M22-014		26/08/2022	23/09/2022	28	10.0	10.0	10.0	100.0	2701.1	13.5		Cumple
3	M22-015		26/08/2022	23/09/2022	28	10.1	10.1	10.1	102.0	2731.6	13.4		Cumple
4	M22-016		26/08/2022	23/09/2022	28	10.0	10.1	10.1	102.0	2731.6	13.4		Cumple
5	M22-017		26/08/2022	23/09/2022	28	10.0	10.2	10.1	103.0	2711.3	13.2		Cumple
6	M22-018		26/08/2022	23/09/2022	28	10.0	10.0	10.1	101.0	2721.5	13.5		Cumple

Observaciones :

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual está destinado única y exclusivamente al cliente.
- * El solicitante brinda toda la información sobre el producto, por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Segundino Borja Fernández
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 SERVICIOS DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Segundino Borja Fernández
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.O. 140278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO
REFERENCIA NORMATIVA : NTP 399.613
PROYECTO : "Análisis de las propiedades mecánicas del adobe elaborado con fibras de yute".
UBICACIÓN : Chiclayo - Lambayeque
CLIENTE : Eymhi Yósselin Sánchez Guevara
TIPO DE PRODUCTO : Adobe

FECHA DE ENSAYO : Indicada
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : S.A.C.M.

Ensayo N°	Código interno	Descripción	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura	Longitud	Ancho	Área de contacto	Lectura	Resistencia	Resistencia mínima (norma E.080)	Aceptación de unidad
						cm	cm	cm	cm ²	Kg	Kg/cm ²	Kg/cm ²	
1	M22-019	Diseño patrón + 1.5% fibras de yute	27/08/2022	24/09/2022	28	10.2	10.1	10.2	103.0	2487.0	12.1	10.20	Cumple
2	M22-020		27/08/2022	24/09/2022	28	10.0	10.0	10.2	102.0	2527.8	12.4		Cumple
3	M22-021		27/08/2022	24/09/2022	28	10.0	10.0	10.0	100.0	2497.2	12.5		Cumple
4	M22-022		27/08/2022	24/09/2022	28	10.1	10.1	10.2	103.0	2517.6	12.2		Cumple
5	M22-023		27/08/2022	24/09/2022	28	10.1	10.0	10.1	101.0	2497.2	12.4		Cumple
6	M22-024		27/08/2022	24/09/2022	28	10.2	10.1	10.1	102.0	2466.6	12.1		Cumple

Observaciones :

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual está destinado única y exclusivamente al cliente.
- * El solicitante brinda toda la información sobre el producto, por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino B. Carranza Mejía
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 SERVICIOS DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino B. Carranza Mejía
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 SERVICIOS DE LABORATORIO

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO
REFERENCIA NORMATIVA : NTP 399.613
PROYECTO : "Análisis de las propiedades mecánicas del adobe elaborado con fibras de yute".
UBICACIÓN : Chiclayo - Lambayeque
CLIENTE : Eymhi Yósselin Sánchez Guevara
TIPO DE PRODUCTO : Adobe

FECHA DE ENSAYO : Indicada
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : S.A.C.M.

Ensayo N°	Código interno	Descripción	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura	Longitud	Ancho	Área de contacto	Lectura	Resistencia	Resistencia mínima (norma E.080)	Aceptacion de unidad
						cm	cm	cm	cm2	Kg	Kg/cm2	Kg/cm2	
1	M22-019	Diseño patrón + 1.5% fibras de yute	27/08/2022	24/09/2022	28	10.2	10.1	10.2	103.0	2487.0	12.1	10.20	Cumple
2	M22-020		27/08/2022	24/09/2022	28	10.0	10.0	10.2	102.0	2527.8	12.4		Cumple
3	M22-021		27/08/2022	24/09/2022	28	10.0	10.0	10.0	100.0	2497.2	12.5		Cumple
4	M22-022		27/08/2022	24/09/2022	28	10.1	10.1	10.2	103.0	2517.6	12.2		Cumple
5	M22-023		27/08/2022	24/09/2022	28	10.1	10.0	10.1	101.0	2497.2	12.4		Cumple
6	M22-024		27/08/2022	24/09/2022	28	10.2	10.1	10.1	102.0	2466.6	12.1		Cumple

Observaciones :

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- * El solicitante brindo toda la información sobre el producto, por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino B. Fernández
 INGENIERO CIVIL
 SUPERVISOR DE LABORATORIO
 TÉCNICO DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino B. Fernández
 INGENIERO CIVIL
 REG. S.A. 169278
 RESPONSABLE DE LABORATORIO



Fin de documento.

Anexo VIII. Resistencia a la Flexión con Carga a dos tercios

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A FLEXION CON CARGA A DOS TERCIOS

REFERENCIA NORMATIVA : ASTM C78

PROYECTO : "Análisis de las propiedades mecánicas del adobe elaborado con fibras de yute".

UBICACIÓN : Chiclayo - Lambayeque

CLIENTE : Eymhi Yósselin Sánchez Guevara

TIPO DE PRODUCTO : Adobe

FECHA DE ENSAYO : Indicada

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. LAB. : S.A.C.M.

Espécimen N°	Código Único	Descripción	Fecha		Edad días	L (cm)	b (cm)	h (cm)	P (carga KN)	P (carga kg)	Mr (kg/cm2)	Mr promedio (Mpa)	Resistencia mínima (norma E.080) (Mpa)	Aceptación de unidad
			Moldeo	Rotura										
1	M22-001	Diseño patrón	17/08/2022	14/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	5.1	520.1	10.4	1.02	0.14	Cumple
2	M22-002		17/08/2022	14/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	5.0	509.9	10.2	1.00		Cumple
3	M22-003		17/08/2022	14/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	4.9	499.7	10.0	0.98		Cumple
4	M22-004		17/08/2022	14/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	4.9	499.7	10.0	0.98		Cumple
5	M22-005		17/08/2022	14/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	5.0	509.9	10.2	1.00		Cumple
6	M22-006		17/08/2022	14/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	5.0	509.9	10.2	1.00		Cumple

Observaciones :

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- * El solicitante brindo toda la información sobre el producto, por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE
SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Barrera Fernández
TÉCNICO DE LABORATORIO
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE
SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Barrera Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 16927#

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A FLEXION CON CARGA A DOS TERCIOS

REFERENCIA NORMATIVA : ASTM C78

PROYECTO : "Análisis de las propiedades mecánicas del adobe elaborado con fibras de yute".

UBICACIÓN : Chiclayo - Lambayeque

CLIENTE : Eymhi Yósselin Sánchez Guevara

TIPO DE PRODUCTO : Adobe

FECHA DE ENSAYO : Indicada

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. LAB. : S.A.C.M.

Especimen N°	Código Único	Descripción	Fecha		Edad	L (cm)	b (cm)	h (cm)	P (carga KN)	P (carga kg)	Mr (kg/cm ²)	Mr promedio (Mpa)	Resistencia mínima (norma E.080) (Mpa)	Aceptación de unidad
			Moldeo	Rotura	días									
1	M22-007	Diseño patrón + 0.5% fibras de yute	02/09/2022	30/09/2022	28	30.0	15.1	10.1	7.4	754.6	14.7	1.44	0.14	Cumple
2	M22-008		02/09/2022	30/09/2022	28	30.0	15.1	10.0	7.5	764.8	15.2	1.49		Cumple
3	M22-009		02/09/2022	30/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	7.6	775.0	15.5	1.52		Cumple
4	M22-010		02/09/2022	30/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	7.2	734.2	14.7	1.44		Cumple
5	M22-011		02/09/2022	30/09/2022	28	30.0	15.1	10.0	7.0	713.8	14.2	1.39		Cumple
6	M22-012		02/09/2022	30/09/2022	28	30.0	14.9	10.0	6.9	703.6	14.2	1.39		Cumple

Observaciones :

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- * El solicitante brindo toda la información sobre el producto, por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE
SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino A. Carranza Mejía
INGENIERO
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Borda Fernández
INGENIERO
REG. CIP. 189278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A FLEXION CON CARGA A DOS TERCIOS

REFERENCIA NORMATIVA : ASTM C78

PROYECTO : "Análisis de las propiedades mecánicas del adobe elaborado con fibras de yute".

UBICACIÓN : Chiclayo - Lambayeque

CLIENTE : Eymhi Yósselin Sánchez Guevara

TIPO DE PRODUCTO : Adobe

FECHA DE ENSAYO : Indicada

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. LAB. : S.A.C.M.

Especimen N°	Código Único	Descripción	Fecha		Edad días	L (cm)	b (cm)	h (cm)	P (carga KN)	P (carga kg)	Mr (kg/cm2)	Mr promedio (Mpa)	Resistencia mínima (norma E.080) (Mpa)	Aceptación de unidad
			Moldeo	Rotura										
1	M22-013	Diseño patrón + 1.0% fibras de yute	26/08/2022	23/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	4.8	489.5	9.8	0.96	0.14	Cumple
2	M22-014		26/08/2022	23/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	5.0	509.9	10.2	1.00		Cumple
3	M22-015		26/08/2022	23/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	4.9	499.7	10.0	0.98		Cumple
4	M22-016		26/08/2022	23/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	4.7	479.3	9.6	0.94		Cumple
5	M22-017		26/08/2022	23/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	4.8	489.5	9.8	0.96		Cumple
6	M22-018		26/08/2022	23/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	4.8	489.5	9.8	0.96		Cumple

Observaciones :

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- * El solicitante brindo toda la información sobre el producto, por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE
SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Segundo A. Carranza Mejía
INGENIERO
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Borja Fernández
INGENIERO
REG. CTR. 149278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A FLEXION CON CARGA A DOS TERCIOS

REFERENCIA NORMATIVA : ASTM C78

PROYECTO : "Análisis de las propiedades mecánicas del adobe elaborado con fibras de yute".

UBICACIÓN : Chiclayo - Lambayeque

CLIENTE : Eymhi Yósselin Sánchez Guevara

TIPO DE PRODUCTO : Adobe

FECHA DE ENSAYO : Indicada

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. LAB. : S.A.C.M.

Especimen Nº	Código Único	Descripción	Fecha		Edad dias	L (cm)	b (cm)	h (cm)	P (carga KN)	P (carga kg)	Mr (kg/cm2)	Mr promedio (Mpa)	Resistencia mínima (norma E.080) (Mpa)	Aceptación de unidad
			Moldeo	Rotura										
1	M22-019	Diseño patrón + 1.5% fibras de yute	27/08/2022	24/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	4.1	418.1	8.4	0.82	0.14	Cumple
2	M22-020		27/08/2022	24/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	4.0	407.9	8.2	0.80		Cumple
3	M22-021		27/08/2022	24/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	4.0	407.9	8.2	0.80		Cumple
4	M22-022		27/08/2022	24/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	4.1	418.1	8.4	0.82		Cumple
5	M22-023		27/08/2022	24/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	4.0	407.9	8.2	0.80		Cumple
6	M22-024		27/08/2022	24/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	4.2	428.3	8.6	0.84		Cumple

Observaciones :

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- * El solicitante brindo toda la información sobre el producto, por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE
SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Ing. *Segundo A. Carranza Mejía*
INGENIERO EN LABORATORIO
SUELOS Y PAVIMENTOS

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE
SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Ing. *Enzo Ferrández*
INGENIERO EN LABORATORIO
SUELOS Y PAVIMENTOS

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A FLEXION CON CARGA A DOS TERCIOS

REFERENCIA NORMATIVA : ASTM C78

PROYECTO : "Análisis de las propiedades mecánicas del adobe elaborado con fibras de yute".

UBICACIÓN : Chiclayo - Lambayeque

CLIENTE : Eymhi Yósselin Sánchez Guevara

TIPO DE PRODUCTO : Adobe

FECHA DE ENSAYO : Indicada

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. LAB. : S.A.C.M.

Especímen N°	Código Único	Descripción	Fecha		Edad	L (cm)	b (cm)	h (cm)	P (carga KN)	P (carga kg)	Mr (kg/cm2)	Mr promedio (Mpa)	Resistencia mínima (norma E.080) (Mpa)	Aceptación de unidad
			Moldeo	Rotura	días									
1	M22-019	Diseño patrón + 1.5% fibras de yute	27/08/2022	24/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	4.1	418.1	8.4	0.82	0.14	Cumple
2	M22-020		27/08/2022	24/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	4.0	407.9	8.2	0.80		Cumple
3	M22-021		27/08/2022	24/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	4.0	407.9	8.2	0.80		Cumple
4	M22-022		27/08/2022	24/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	4.1	418.1	8.4	0.82		Cumple
5	M22-023		27/08/2022	24/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	4.0	407.9	8.2	0.80		Cumple
6	M22-024		27/08/2022	24/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	4.2	428.3	8.6	0.84		Cumple

Observaciones :

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- * El solicitante brindo toda la información sobre el producto, por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE
SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Seguridad A. Carranza Mejía
TÉCNICO DE LABORATORIO
SUELOS Y PAVIMENTOS

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE
SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Benito Fernández
INGENIERO CIVIL
REG. C.A. 149278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A FLEXION CON CARGA A DOS TERCIOS

REFERENCIA NORMATIVA : ASTM C78

PROYECTO : "Análisis de las propiedades mecánicas del adobe elaborado con fibras de yute".

UBICACIÓN : Chiclayo - Lambayeque

CLIENTE : Eymhi Yósselin Sánchez Guevara

TIPO DE PRODUCTO : Adobe

FECHA DE ENSAYO : Indicada

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. LAB. : S.A.C.M.

Especimen N°	Código Único	Descripción	Fecha		Edad dias	L (cm)	b (cm)	h (cm)	P (carga KN)	P (carga kg)	Mr (kg/cm2)	Mr promedio (Mpa)	Resistencia mínima (norma E.080) (Mpa)	Aceptación de unidad
			Moldeo	Rotura										
1	M22-025	Diseño patrón + 2.0% fibras de yute	17/08/2022	14/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	3.5	356.9	7.1	0.70	0.14	Cumple
2	M22-026		17/08/2022	14/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	3.3	336.5	6.7	0.66		Cumple
3	M22-027		17/08/2022	14/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	3.4	346.7	6.9	0.68		Cumple
4	M22-028		17/08/2022	14/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	3.5	356.9	7.1	0.70		Cumple
5	M22-029		17/08/2022	14/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	3.3	336.5	6.7	0.66		Cumple
6	M22-030		17/08/2022	14/09/2022	28	30.0	15.0	10.0	3.2	326.3	6.5	0.64		Cumple

Observaciones :

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- * El solicitante brindo toda la información sobre el producto, por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Seguridad A. Carranza Mejía
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 SUB GERENTE DEL LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Seguridad Estrella Fernández
 INGENIERO
 REG. C.O. 1162 / B

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

Anexo IX. Resistencia de muretes a compresión (prismas)



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : EYMHI YÓSSELIN SÁNCHEZ GUEVARA

Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE ELABORADO CON FIBRAS DE YUTE"

Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

Fecha de ensayo : 17 de Octubre del 2022

Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia de muretes a compresión (prismas).

Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f _m (Mpa)	Factor Correc.	f _{mt} (Mpa)	f _{mt} (kg/cm ²)	f _{mt} Promedio (kg/cm ²)
M-01	Pilas con Adobe Tradicional	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	38640	0.86	1.069	0.92	9.83	10.18
M-02	Pilas con Adobe Tradicional	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	43620	0.97	1.069	1.04	10.57	
M-03	Pilas con Adobe Tradicional	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	41580	0.92	1.069	0.99	10.08	
M-04	Pilas con Adobe Tradicional	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	43060	0.96	1.069	1.02	10.43	
M-05	Pilas con Adobe Tradicional	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	40800	0.91	1.069	0.97	9.89	
M-06	Pilas con Adobe Tradicional	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	42450	0.94	1.069	1.01	10.29	

OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


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



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : EYMHI YÓSSELIN SÁNCHEZ GUEVARA

Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE ELABORADO CON FIBRAS DE YUTE"

Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

Fecha de ensayo : 17 de Octubre del 2022

Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia de muretes a compresión (prismas).

Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f _m (Mpa)	Factor Correc.	f _{mt} (Mpa)	f _{mt} (kg/cm ²)	f _{mt} Promedio (kg/cm ²)
M-01	Pilas con Adobe + 1% de Fibra de Yute	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	34890	0.78	1.069	0.83	8.88	10.67
M-02	Pilas con Adobe + 1% de Fibra de Yute	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	46770	1.04	1.069	1.11	11.33	
M-03	Pilas con Adobe + 1% de Fibra de Yute	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	45730	1.02	1.069	1.09	11.08	
M-04	Pilas con Adobe + 1% de Fibra de Yute	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	42960	0.95	1.069	1.02	10.41	
M-05	Pilas con Adobe + 1% de Fibra de Yute	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	45800	1.02	1.069	1.09	11.10	
M-06	Pilas con Adobe + 1% de Fibra de Yute	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	46420	1.03	1.069	1.10	11.25	

OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : EYMHI YÓSELIN SÁNCHEZ GUEVARA

Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE ELABORADO CON FIBRAS DE YUTE"

Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

Fecha de ensayo : 17 de Octubre del 2022

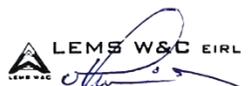
Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia de muretes a compresión (prismas).

Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f _m (Mpa)	Factor Correc.	f _{mt} (Mpa)	f _{mt} (kg/cm ²)	f _{mt} Promedio (kg/cm ²)
M-01	Pilas con Adobe + 0.5% de Fibra de Yute	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	36120	0.80	1.069	0.86	9.19	10.39
M-02	Pilas con Adobe + 0.5% de Fibra de Yute	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	42310	0.94	1.069	1.01	10.25	
M-03	Pilas con Adobe + 0.5% de Fibra de Yute	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	40260	0.89	1.069	0.96	9.76	
M-04	Pilas con Adobe + 0.5% de Fibra de Yute	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	45430	1.01	1.069	1.08	11.01	
M-05	Pilas con Adobe + 0.5% de Fibra de Yute	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	46890	1.04	1.069	1.11	11.36	
M-06	Pilas con Adobe + 0.5% de Fibra de Yute	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	44500	0.99	1.069	1.06	10.78	

OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



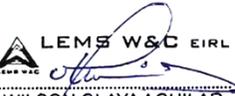
Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : EYMHI YÓSSELIN SÁNCHEZ GUEVARA
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE ELABORADO CON FIBRAS DE YUTE"
 Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
 Fecha de ensayo : 17 de Octubre del 2022
 Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia de muretes a compresión (prismas).
 Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f _m (Mpa)	Factor Correc.	f _{mt} (Mpa)	f _{mt} (kg/cm ²)	f _{mt} Promedio (kg/cm ²)
M-01	Pilas con Adobe + 1.5% de Fibra de Yute	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	43800	0.97	1.069	1.04	11.14	11.01
M-02	Pilas con Adobe + 1.5% de Fibra de Yute	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	43300	0.96	1.069	1.03	10.49	
M-03	Pilas con Adobe + 1.5% de Fibra de Yute	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	47940	1.07	1.069	1.14	11.62	
M-04	Pilas con Adobe + 1.5% de Fibra de Yute	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	42730	0.95	1.069	1.02	10.35	
M-05	Pilas con Adobe + 1.5% de Fibra de Yute	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	46800	1.04	1.069	1.11	11.34	
M-06	Pilas con Adobe + 1.5% de Fibra de Yute	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	45800	1.02	1.069	1.09	11.10	

OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : EYMI YÓSSELIN SÁNCHEZ GUEVARA

Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE ELABORADO CON FIBRAS DE YUTE"

Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

Fecha de ensayo : 17 de Octubre del 2022

Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia de muretes a compresión (prismas).

Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f _m (Mpa)	Factor Correc.	f _{mt} (Mpa)	f _{mt} (kg/cm ²)	f _{mt} Promedio (kg/cm ²)
M-01	Pilas con Adobe + 2% de Fibra de Yute	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	45320	1.01	1.069	1.08	11.53	10.91
M-02	Pilas con Adobe + 2% de Fibra de Yute	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	47920	1.06	1.069	1.14	11.61	
M-03	Pilas con Adobe + 2% de Fibra de Yute	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	36120	0.80	1.069	0.86	8.75	
M-04	Pilas con Adobe + 2% de Fibra de Yute	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	44800	1.00	1.069	1.06	10.86	
M-05	Pilas con Adobe + 2% de Fibra de Yute	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	47200	1.05	1.069	1.12	11.44	
M-06	Pilas con Adobe + 2% de Fibra de Yute	19/09/2022	17/10/2022	28	300	150	430	45000	2.87	46450	1.03	1.069	1.10	11.26	

OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Anexo X. Resistencia del Murete a Compresión.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswceirl@gmail.com

Solicitante : Eymhi Yósselin Sánchez Guevara
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE ELABORADO CON FIBRAS DE YUTE"
 Ubicación : CHICLAYO- LAMBAYEQUE
 Fecha : 17 de Octubre del 2022
 Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión.
 Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

MUESTRA	DESCRIPCIÓN	Espesor cm	Longitud cm	Altura cm	Área cm ²	Altura/espesor	P kgf	Resistencia Compresión kgf/cm ²	Resistencia Compresión Promedio kgf/cm ³
M-01	Muretes con Adobe Patrón	15.0	76.5	76.0	1147.0875	5.1	842	0.73	0.90
M-02	Muretes con Adobe Patrón	15.0	76.5	76.0	1147.125	5.1	1005	0.88	
M-03	Muretes con Adobe Patrón	15.0	76.5	76.0	1147.4625	5.1	1212	1.06	
M-04	Muretes con Adobe Patrón	15.0	76.5	76.0	1146.75	5.1	879	0.77	
M-05	Muretes con Adobe Patrón	15.0	76.5	76.0	1147.125	5.1	1125	0.98	
M-06	Muretes con Adobe Patrón	15.0	76.5	76.0	1147.125	5.1	1100	0.96	

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


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


 Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : Eymhi Yósselin Sánchez Guevara

Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE ELABORADO CON FIBRAS DE YUTE"

Ubicación : CHICLAYO- LAMBAYEQUE

Fecha : 18 de Octubre del 2022

Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión.

Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

MUESTRA	DESCRIPCIÓN	Espesor cm	Longitud cm	Altura cm	Área cm ²	Altura/espesor	P kgf	Resistencia Compresión kgf/cm ²	Resistencia Compresión Promedio kgf/cm ³
M-01	Muretes con Adobe + 0.5% Fibras de Yute	15.0	76.5	76.0	1147.0875	5.1	1181	1.03	1.05
M-02	Muretes con Adobe + 0.5% Fibras de Yute	15.0	76.5	76.0	1147.125	5.1	1008	0.88	
M-03	Muretes con Adobe + 0.5% Fibras de Yute	15.0	76.5	76.0	1147.4625	5.1	1340	1.17	
M-04	Muretes con Adobe + 0.5% Fibras de Yute	15.0	76.5	76.0	1146.75	5.1	1275	1.11	
M-05	Muretes con Adobe + 0.5% Fibras de Yute	15.0	76.5	76.0	1147.125	5.1	1070	0.93	
M-06	Muretes con Adobe + 0.5% Fibras de Yute	15.0	76.5	76.0	1147.125	5.1	1351	1.18	

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : Eymhi Yósselin Sánchez Guevara

Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE ELABORADO CON FIBRAS DE YUTE"

Ubicación : CHICLAYO- LAMBAYEQUE

Fecha : 17 de Octubre del 2022

Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión.

Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

MUESTRA	DESCRIPCIÓN	Espesor cm	Longitud cm	Altura cm	Área cm ²	Altura/espesor	P kgf	Resistencia Compresión kgf/cm ²	Resistencia Compresión Promedio kgf/cm ³
M-01	Muretes con Adobe + 1% Fibras de Yute	15.0	76.5	76.0	1147.0875	5.1	1052	0.92	1.00
M-02	Muretes con Adobe + 1% Fibras de Yute	15.0	76.5	76.0	1147.125	5.1	1225	1.07	
M-03	Muretes con Adobe + 1% Fibras de Yute	15.0	76.5	76.0	1147.4625	5.1	1158	1.01	
M-04	Muretes con Adobe + 1% Fibras de Yute	15.0	76.5	76.0	1146.75	5.1	1287	1.12	
M-05	Muretes con Adobe + 1% Fibras de Yute	15.0	76.5	76.0	1147.125	5.1	1057	0.92	
M-06	Muretes con Adobe + 1% Fibras de Yute	15.0	76.5	76.0	1147.125	5.1	1115	0.97	

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : Eymhi Yósselin Sánchez Guevara
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE ELABORADO CON FIBRAS DE YUTE"
 Ubicación : CHICLAYO- LAMBAYEQUE
 Fecha : 18 de Octubre del 2022
 Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión.
 Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

MUESTRA	DESCRIPCIÓN	Espesor cm	Longitud cm	Altura cm	Área cm ²	Altura/espesor	P kgf	Resistencia Compresión kgf/cm ²	Resistencia Compresión Promedio kgf/cm ³
M-01	Muretes con Adobe + 1.5% Fibras de Yute	15.0	76.5	76.0	1147.0875	5.1	1357	1.18	1.02
M-02	Muretes con Adobe + 1.5% Fibras de Yute	15.0	76.5	76.0	1147.125	5.1	1031	0.90	
M-03	Muretes con Adobe + 1.5% Fibras de Yute	15.0	76.5	76.0	1147.4625	5.1	1145	1.00	
M-04	Muretes con Adobe + 1.5% Fibras de Yute	15.0	76.5	76.0	1146.75	5.1	1298	1.13	
M-05	Muretes con Adobe + 1.5% Fibras de Yute	15.0	76.5	76.0	1147.125	5.1	1025	0.89	
M-06	Muretes con Adobe + 1.5% Fibras de Yute	15.0	76.5	76.0	1147.125	5.1	1174	1.02	

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : Eymhi Yósselin Sánchez Guevara
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE ELABORADO CON FIBRAS DE YUTE"
 Ubicación : CHICLAYO- LAMBAYEQUE
 Fecha : 18 de Octubre del 2022
 Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión.
 Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

MUESTRA	DESCRIPCIÓN	Espesor cm	Longitud cm	Altura cm	Área cm ²	Altura/espesor	P kgf	Resistencia Compresión kgf/cm ²	Resistencia Compresión Promedio kgf/cm ³
M-01	Muretes con Adobe + 1.5% Fibras de Yute	15.0	76.5	76.0	1147.0875	5.1	1427	1.24	1.23
M-02	Muretes con Adobe + 1.5% Fibras de Yute	15.0	76.5	76.0	1147.125	5.1	1405	1.22	
M-03	Muretes con Adobe + 1.5% Fibras de Yute	15.0	76.5	76.0	1147.4625	5.1	1387	1.21	
M-04	Muretes con Adobe + 1.5% Fibras de Yute	15.0	76.5	76.0	1146.75	5.1	1395	1.22	
M-05	Muretes con Adobe + 1.5% Fibras de Yute	15.0	76.5	76.0	1147.125	5.1	1418	1.24	
M-06	Muretes con Adobe + 1.5% Fibras de Yute	15.0	76.5	76.0	1147.125	5.1	1401	1.22	

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo XI. Aprobación Tema de Tesis



UNIVERSIDAD
SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

RESOLUCIÓN N° 1193-2021/FIAU-USS

Pimentel, 17 de diciembre de 2021

VISTO:

El Acta de reunión N°024-CIC- 2021 del Comité de investigación de la Escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL remitida mediante Oficio N°0281-2021/FIAU-IC-USS de fecha 26 de noviembre de 2021, y;

CONSIDERANDO:

Que, de conformidad con la Ley Universitaria N° 30220 en su artículo 48° que a letra dice: "La investigación constituye una función esencial y obligatoria de la universidad, que la fomenta y realiza, respondiendo a través de la producción de conocimiento y desarrollo de tecnologías a las necesidades de la sociedad, con especial énfasis en la realidad nacional. Los docentes, estudiantes y graduados participan en la actividad investigadora en su propia institución o en redes de investigación nacional o internacional, creadas por las instituciones universitarias públicas o privadas.";

Que, de conformidad con el Reglamento de grados y títulos en su artículo 21° señala: "Los temas de trabajo de investigación, trabajo académico y tesis son aprobados por el Comité de Investigación y derivados a la Facultad o Escuela de Posgrado, según corresponda, para la emisión de la resolución respectiva. El periodo de vigencia de los mismos será de dos años, a partir de su aprobación. En caso un tema perdiera vigencia, el Comité de Investigación evaluará la ampliación de la misma.

Que, de conformidad con el Reglamento de grados y títulos en su artículo 24° señala: La tesis es un estudio que debe denotar rigurosidad metodológica, originalidad, relevancia social, utilidad teórica y/o práctica en el ámbito de la escuela profesional. Para el grado de doctor se requiere una tesis de máxima rigurosidad académica y de carácter original. Es individual para la obtención de un grado; es individual o en pares para obtener un título profesional. Asimismo, en su artículo 25° señala: "El tema debe responder a alguna de las líneas de investigación institucionales de la USS S.A.C.".

Que, según documentos de Vistos el Comité de investigación de la Escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL acuerdan aprobar los temas de las Tesis a cargo de los estudiantes que se detallan en el anexo de la presente Resolución.

Estando a lo expuesto, y en uso de las atribuciones conferidas y de conformidad con las normas y reglamentos vigentes;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1°: APROBAR, el tema de la Tesis perteneciente a la línea de investigación de INFRAESTRUCTURA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE, a cargo de los estudiantes del Programa de estudios de INGENIERÍA CIVIL según se detalla en el anexo de la presente Resolución.

ARTÍCULO 2°: ESTABLECER, que la inscripción del Tema de la Tesis se realice a partir de emitida la presente resolución y tendrá una vigencia de dos (02) años.

ARTÍCULO 3°: DEJAR SIN EFECTO, toda Resolución emitida por la Facultad que se oponga a la presente Resolución.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE

 Mg. Victor Alexei Tuesta Montero
Decano (e) / Facultad De Ingeniería,
Arquitectura Y Urbanismo
UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

 MBA. María Noelia Sialor Rivera
Secretaría Académica / Facultad de Ingeniería,
Arquitectura y Urbanismo
UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

Cc: Interesado, Archivo

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

RESOLUCIÓN N°1193-2021/FIAU-USS

Pimentel, 17 de diciembre de 2021

N°	AUTOR (ES)	TEMA DE TESIS
		LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN SUELO ARCILLOSO CON FINES DE PAVIMENTACIÓN
32	TORRES ZAVALA LESLY JENNIFER	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CON REEMPLAZO DE DISTINTOS PORCENTAJES DE ARENA DE RÍO POR ARENA DE MAR
33	BONILLA BANCES KRISTELL ESTEFFANIA	ESTUDIO DE INUNDACIÓN DE LA QUEBRADA MONTERÍA EN EL CENTRO POBLADO TABLAZOS - CHONGOYAPE, REGIÓN LAMBAYEQUE
34	CHUZON CALVAY NATHALY GERALDINE	APLICACIÓN DE MICROPAVIMENTO COMO ALTERNATIVA PARA EL MANTENIMIENTO DE UNA CARPETA ASFÁLTICA
35	FARROÑAN SANTAMARIA MARIA DEL CARMEN	ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO
36	MONTALVAN CASTILLO ROSMERY VANESSA	DESEMPEÑO DE ADOQUINES PARA TRÁNSITO PEATONAL Y VEHICULAR LIGERO, INCORPORANDO CENIZA DE ORYZA SATIVA
37	PAIVA VILCHEZ DIANA CAROLINA	ESTUDIO COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS ADICIONANDO CENZAS CAFÉ ARÁBICA Y FIBRA DE CÁSCARA DE ARROZ
38	HERRERA JIMENEZ KENIA ANAMELVA	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE AL INCORPORAR CRIN DE CABALLO
39	VILCHEZ RUIZ NILS WILLIAM	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN SUELO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA DE BAMBÚ
40	CALDERON HUAMAN PEDRO	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR, CHICLAYO, LAMBAYEQUE
41	SANTISTEBAN CHAPOÑAN CRISTIAN JOEL	LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO LIGERO CON ADICIÓN DE VIRUTA DE MADERA
42	SANCHEZ GUEVARA EYMHI YOSSELIN	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE ELABORADO CON FIBRAS DE YUTE
43	CERCADO RAMOS GINO GLEN	USO DEL TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) TRITURADO PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON FINES DE CIMENTACIÓN
44	GARCIA YNOÑAN JESUS ENRIQUE	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE ADICIÓN DE BISCHOFITA PARA FINES DE CIMENTACIÓN
45	OLAZABAL VASQUEZ CLAUDIO DAVID	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL MORTERO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE BASALTO
46	LLAMO CUBAS JOSE RONY	COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y CON FIBRA DE CAUCHO RECICLADO
47	HURTADO BRAVO ALDO HIRAM	ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL



Anexo XII. Panel Fotográfico

Anexo XIII. Muros de Adobe



Anexo XIV. Fibra de Yute





Anexo XV. Tratamiento a la Fibra de Yute





Anexo XVI. Proceso de mezclado de tierra con Fibra de Yute





Anexo XVII. Ensayos a las muestras de Suelo



















Anexo XVIII. Muestras de adobe





Anexo XIX. Ensayos Mecánicos a los muros





Anexo XX. Ensayos Mecánicos al Mortero











Anexo XXII. Ensayos Mecánicos del Adobe con Fibras de Yute

