

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



**Estudio sobre el efecto de las fibras de paja de arroz, trigo e ichu en las propiedades físico mecánicas del adobe de construcción**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR**

**Pamela Barbarita Barrantes Gomez**

**ASESOR**

**Carlos Rafael Tafur Jimenez**

<https://orcid.org/0000-0003-0119-8234>

**Chiclayo, 2023**

---

INFORME DE ORIGINALIDAD

---

21%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

---

FUENTES PRIMARIAS

---

1	<a href="http://alicia.concytec.gob.pe">alicia.concytec.gob.pe</a> Fuente de Internet	3%
2	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	2%
3	<a href="http://repositorio.untrm.edu.pe">repositorio.untrm.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	2%
5	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://repositorio.usanpedro.edu.pe">repositorio.usanpedro.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://repositorio.unh.edu.pe">repositorio.unh.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
9	Juan Manuel Carricondo Antón. "Utilización de residuos vegetales para la eliminación de	1%

## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>5</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>6</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>7</b>
<b>I. Marco Teórico .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1. Suelo:.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2. Adobe: .....</b>	<b>9</b>
<b>1.3. Adobe estabilizado:.....</b>	<b>9</b>
<b>1.4. Paja de trigo: .....</b>	<b>9</b>
<b>1.5. Paja de arroz: .....</b>	<b>9</b>
<b>1.6. Paja de Ichu:.....</b>	<b>9</b>
<b>1.7. Resistencia a compresión: .....</b>	<b>9</b>
<b>1.8. Resistencia flexión:.....</b>	<b>9</b>
<b>1.9. Resistencia a tracción: .....</b>	<b>9</b>
<b>II. Materiales y Métodos .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1. Tipo de estudio .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2. Población, muestra y muestreo .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos .....</b>	<b>10</b>
<b>2.4. Procedimiento para análisis de datos .....</b>	<b>10</b>
<b>III. Resultados y Discusión.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Relación de estudios sobre los efectos de las fibras de las fibras de paja de arroz, trigo e ichu en las propiedades físico mecánicas de los adobes de construcción.</b>	

<b>3.2 Resistencia a la compresión alcanzada para distintos porcentajes de adición.</b>	
<b>15</b>	
<b>3.3 Resistencia a la flexión alcanzada para distintos porcentajes de adición. ....</b>	<b>15</b>
<b>3.4 Resistencia a la tracción alcanzada para distintos porcentajes de adición.....</b>	<b>16</b>
<b>3.5 Porcentaje de absorción obtenido de cada estudio con sus respectivos porcentajes de adición.....</b>	<b>17</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>18</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>19</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>20</b>

## Resumen

La presente investigación tiene como objetivo conocer el efecto de las fibras de paja de arroz, trigo e ichu en las propiedades físico químicas del adobe de construcción, tales como a resistencia a compresión, flexión, tracción y absorción. Para esto se realiza la revisión de 8 tesis ejecutadas en el Perú a partir de año 2017 buscadas en diferentes bases de datos. En las investigaciones seleccionadas se ha evaluado la influencia de las fibras de paja de arroz, trigo e ichu en el adobe de construcción, teniendo en cuenta los parámetros que establece la norma E-080 Diseño y construcción de tierra reforzada del Reglamento nacional de edificaciones. Finalmente se concluye que el uso de las fibras de se concluye que las fibras de paja de arroz, trigo e ichu surgen un efecto positivo en la resistencia del adobe ya que aumenta su resistencia.

**Palabras clave:** resistencia, adobe, paja de arroz; paja de trigo, paja de ichu.

### **Abstract**

This research aims to know the effect of rice straw, wheat and ichu fibers on the physical and chemical properties of the construction adobe, such as compressive strength, bending, traction and absorption. For this purpose, we review 8 theses executed in Peru since 2017 and searched in different databases. In the selected studies, the influence of rice straw, wheat straw and ichu fibers on construction adobe has been evaluated, taking into account the parameters established by the standard e-080 design and reinforced earth construction of the national building regulations. Finally it is concluded that the use of the fibers of it is concluded that the fibers of rice straw, wheat and ichu arise a positive effect on the resistance of the adobe since it increases its strength.

**Keywords:** Resistance, adobe, rice straw; Wheat straw, chaff of ichu.

## Introducción

Hoy en día, el precio de la construcción de viviendas es elevado y existe una propensión creciente, lo cual significa que la mayoría de ciudadanos no pueda alcanzar a tener una vivienda adecuada, principalmente tendrían problemas los del sector con menos recursos (sector D y E), en estos sectores la alternativa constructiva más viable es el autoconstrucción, sin embargo, debe contar con el apoyo adecuado tanto económico como técnico, permitiendo así desarrollar el nivel de vida de las personas con estos requerimientos. [1]

Según, el INEI (2017), “en el Perú el 47% de las construcciones son de barro, construidas con el sistema tradicional sin utilizar ningún método o tecnología para mejorar su resistencia ante cualquier sismo o inundaciones por las intensas lluvias” [2]

El adobe es un material de construcción muy utilizado en todo el mundo principalmente por su bajo costo; sin embargo, debido a la intervención de factores naturales como lluvia, viento y terremotos, además de la naturaleza que le compone como el suelo, ya que son arcillosos en la mayoría de los casos, suelen mostrar fragilidad ante el contacto con el agua, lo cual reduce la capacidad de resistir a los esfuerzos de compresión, flexión y descomposición al entrar en contacto con el agua, por lo que la durabilidad de las estructuras construidas con este material es relativamente corta, pues estos factores pueden provocar corrosión y agrietamiento de las piezas conduciendo al desgaste de las mismas. (Rios ,2010). [3]



*Figura N° 1. Viviendas afectadas por las intensas lluvias en C.P Udima*

La fragilidad frente a inundaciones se sitúa en el centro poblado Udima ya que las viviendas son afectadas por los derrumbes que se dan a partir de las intensas lluvias que ocurre entre los meses de enero a marzo, el derrumbe puede generar que los adobes se humedezcan o en el peor de los casos la destrucción de éste por el gran impacto que tiene ante el muro de adobe, esto ocasiona que las viviendas se vuelvan inhabitables.

El estudio se justifica porque se necesita conocer el efecto de las fibras de paja de arroz, trigo e ichu en las propiedades físico mecánicas del adobe de construcción. Es de suma importancia saber el efecto de las fibras de paja de trigo arroz, trigo e ichu en las propiedades físico mecánicas ya que de esta manera conoceremos si es beneficioso utilizar estas fibras en la fabricación de adobes ya que estas fibras se obtienen después de la cosecha del cereal y en la fibra ichu se obtiene de manera natural ya que es un pasto del altiplano andino sudamericano, cada uno de estas fibras favorecen en la parte económica de los pobladores.

En la presente revisión se considerará estudios que hayan sido realizados desde el año 2017 adelante, respecto al efecto de las fibras de paja de arroz, trigo e ichu en las propiedades físico químicas del adobe de construcción, tales como a resistencia a compresión, flexión, tracción y absorción.

## **I. Marco Teórico**

### **1.1. Suelo:**

“El suelo es la formación superficial de la corteza terrestre, que resulta de la alteración de las rocas por meteorización y por acción de los organismos (agua, viento, seres vivos...)” [4]

### **1.2. Adobe:**

“Unidad que se fabrica de tierra en forma rectangular, agregado en ciertos porcentajes de arena, arcilla, agua y paja”. [5]

### **1.3. Adobe estabilizado:**

“Es el adobe en el que esta adicionado otros materiales (cal, asfalto, cemento, etc.) con la finalidad de mejorar sus condiciones de estabilidad a la presencia de humedad y resistencia a la compresión”. [6]

### **1.4. Paja de trigo:**

“La paja de trigo es una fibra natural que se obtiene después de la cosecha del cereal. Es un material fibroso y puede tener buena adherencia con el barro e incrementa sus propiedades físicas y mecánicas de la unidad del adobe”. [7]

### **1.5. Paja de arroz:**

“La paja de arroz es el tallo seco especialmente los cereales como el arroz, una vez cortado y desechado, después de haber separado el grano o semilla mediante la trilla”. [8]

### **1.6. Paja de Ichu:**

“El ichu o paja ichu (*Stipa ichu*) es un pasto del altiplano andino empleado como forraje para el ganado, principalmente de auquénidos. Según el diccionario de la Academia de la Lengua Quechua (2005) el ichhu (*Stipa ichu*) en botánica significa la paja de las punas.” [4]

### **1.7. Resistencia a compresión:**

“El término esfuerzo, en la compresión, se refiere a la medida de la fuerza por unidad de área. La compresión, es una presión que tiende a causar una disminución del volumen”. [4]

### **1.8. Resistencia flexión:**

“Medida de la resistencia de un elemento o miembro estructural a las fuerzas flectoras. También llamada resistencia a la tracción.” [10]

### **1.9. Resistencia a tracción:**

“Máximo esfuerzo de tracción que un cuerpo puede soportar antes de romperse. Es sinónimo de carga de rotura por tracción”. [7]

## II. Materiales y Métodos

### 2.1. Tipo de estudio

La investigación es una revisión sistemática de la literatura científica ya que se analizará tesis de pregrado y post grado, artículos científicos los cuales permitirán realizar la comparación de la información recopilada y dar respuesta a nuestra pregunta de investigación planteada.

### 2.2. Población, muestra y muestreo

La población serán las investigaciones previas que analizaron el efecto de las fibras de paja de arroz, trigo e ichu en las propiedades físico mecánicas del adobe de construcción. Se ha escogido como muestra a las tesis de los últimos 05 años a nivel nacional. En ellos se compararán y analizarán las resistencias tanto a compresión, flexión; tracción y absorción del adobe.

Población: Tesis que analizaron la resistencia a compresión, flexión, tracción y absorción del adobe.

Tamaño de la muestra: 08 tesis ejecutadas en el Perú a partir del año 2017.

### 2.3. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla N° 1. Método de recolección de datos

TÉCNICA	INTRUMENTO	ELEMENTO DE LA POBLACIÓN
Análisis de documentos	Ficha de análisis Tesis (Ver anexos: Ficha n°1)	Tesis

Fuente: Propia

### 2.4. Procedimiento para análisis de datos

Se realizó la búsqueda de la información en las distintas bases de datos como Alicia, Google académico, Redalyc y en repositorio de Tesis de las universidades del Perú. Se buscó mediante palabras claves como “Adobe”, “paja de arroz”, “paja de trigo”, “paja de ichu”, entre otras y se verificaron que las tesis se hayan ejecutado entre los años 2017–2021 en el Perú. Seguido se usaron fichas para condensar los datos relevantes de las investigaciones.

Tabla N° 2. Tesis seleccionadas según año de publicación

AÑO	N° Tesis	Porcentaje (%)
2017	1	12.5
2018	2	25
2019	3	37.5
2020	1	12.5
2021	1	12.5
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>100</b>

*Fuente: Propia*

Tabla N° 3. Repositorios de tesis de donde fueron obtenidas las muestras

INSTITUCIÓN	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
UNIVERSIDAD SAN PEDRO - HUARAZ	1	12.5
UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS - CHACHAPOYAS	1	12.5
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA	1	12.5
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJOS - LIMA	3	37.5
UNIVERSIDAD SAN PEDRO - CHIMBOTE	1	12.5
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - CAJAMARCA	1	12.5
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>100</b>

*Fuente: Elaboración propia*

### **III. Resultados y Discusión**

#### **3.1 Relación de estudios sobre los efectos de las fibras de las fibras de paja de arroz, trigo e ichu en las propiedades físico mecánicas de los adobes de construcción.**

En la tabla número 4 se muestra la relación de tesis en función a su título y los hallazgos principales obtenidos en cada investigación, en la cual se puede notar que los estudios se realizaron en distintas regiones del país, como Lima, Áncash, Cajamarca, Amazonas, etc.

Tabla N° 4. Análisis global de datos obtenidos de las investigaciones.

<b>TÍTULO DE TESIS</b>	<b>HALLAZGOS</b>
Resistencia del adobe con sustitución de la paja de trigo en 50% y 100% por viruta de madera. Huanchac – Huaraz. [4]	“El objetivo de esta investigación es determinar la resistencia a la compresión, flexión y absorción de una unidad de adobe cuando se sustituye la paja de trigo en 50% y 100% por viruta de madera en comparación con una unidad convencional, donde se pudo observar que con paja al 5% su resistencia a la compresión fue de 19kg/cm <sup>2</sup> y al adicionar 10% de paja su resistencia a la compresión fue de 23.65kg/cm <sup>2</sup> , resistencia a la flexión fue de 3.46kg/cm <sup>2</sup> y 4.02kg/cm <sup>2</sup> , absorción de agua de 19% y 21% y sin embargo al sustituir por viruta de madera al 50% su resistencia a compresión es de 12.2kg/cm <sup>2</sup> y al sustituir el 100% su resistencia es de 8kg/cm <sup>2</sup> , resistencia a la flexión al sustituir 50% es de 1.5kg/cm <sup>2</sup> y a sustituir un 100% es de 0.99kg/cm <sup>2</sup> , lo cual se concluye que se sigue recomendando utilizar paja de trigo en vez de viruta de madera”.
Evaluación de la resistencia del adobe fabricado con adición de ceniza y paja de trigo. [5]	“El presente proyecto de investigación se realizó el anexo Chaquil, distrito Trita, provincia Luya y está orientada a evaluar la resistencia del adobe fabricado con adición de ceniza y paja de trigo. Debido a que las personas del lugar no cuentan con un diseño establecido según el Reglamento Nacional de Edificaciones-RNE (E-080, 2006), en consecuencia, los adobes tienen baja resistencia. Por lo que se elaboraron 21 muestras de adobe convencional y 21 muestras de adobe con adición de 10% ceniza y 25% paja de trigo, las cuales fueron evaluados en resistencia a compresión, flexión y absorción, en los cuales tenemos que en la resistencia a compresión es de 20.33kg/cm <sup>2</sup> , resistencia a flexión de 4.56kg/cm <sup>2</sup> ; y de absorción de agua un 27.61%”.

<p>Compresión axial del adobe compactado con fibras de paja ichu, paja de arroz y paja de trigo. [6]</p>	<p>“En esta tesis tuvieron como objetivo calcular la resistencia a compresión del adobe compactado con adición de fibras de paja ichu, paja de arroz y paja de trigo al 5%,10% y 15%; en donde al adicionar paja de arroz con los porcentajes mencionados alcanzó un resistencia de 24.25 kg/cm<sup>2</sup>, 21.09 kg/cm<sup>2</sup> y 17.65 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; con adición de paja de trigo alcanzó una resistencia de 25.29 kg/cm<sup>2</sup> , 23.29 kg/cm<sup>2</sup> y 21.49 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; y con al adicionar paja de ichu alcanzó una resistencia de 0.92 kg/cm<sup>2</sup> , 28.07 kg/cm<sup>2</sup> y 24.77 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, de los resultados obtenidos todas las adiciones superan los valores requeridos por la NTP E.080 de 10.2 kg/cm<sup>2</sup>”.</p>
<p>Evaluación de la Resistencia del Adobe Reforzado con Paja de Trigo Para Viviendas en el Distrito de Chalaco – Piura, 2019 [7]</p>	<p>“En esta tesis tuvieron como objetivo evaluar la resistencia del adobe reforzado con paja de trigo para viviendas en el Distrito de Chalaco – Piura. En ella se ha adicionado 1%, 3%, 5% de paja de trigo, en la cual mediante los ensayos en el laboratorio se encontraron los principales resultados: esfuerzos a la compresión de 13.3 Kg/cm<sup>2</sup>, 19.8 Kg/cm<sup>2</sup>, 25.3Kg/cm<sup>2</sup>, una resistencia esfuerzos a la flexión de 1.8 Kg/cm<sup>2</sup>, 2.4 Kg/cm<sup>2</sup>, 2.4 Kg/cm<sup>2</sup> y a la absorción de 31.6%, 32.6%, 28.4%. Se concluyó que al reforzar a las unidades de adobe con diferentes dosificaciones (1%, 3% y 5%) con paja de trigo, la unidad del adobe aumenta su resistencia.”</p>
<p>Resistencia a la compresión en adobe, estabilizado en 2% y 3% con cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz [8]</p>	<p>“El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo principal determinar la resistencia a la compresión en adobe, cuyas unidades que han sido estabilizadas en 2% y 3% con cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz, dicha investigación obtuvo los siguientes resultados: la resistencia a compresión es de 15.77kg/cm<sup>2</sup> y 16.24kg/cm<sup>2</sup> respectivamente a los 30 días de secado”.</p>

<p>Incidencia de la fibra vegetal “paja ichu” en la resistencia mecánica del adobe en el distrito de Cajamarca [9]</p>	<p>“Donde tuvo como objetivo principal de la investigación fue determinar la incidencia de la adición de fibra vegetal paja ichu en la resistencia mecánica del adobe en el distrito de Cajamarca. Estos se clasificaron en especímenes de adobe tipo “A” (0 % de paja), tipo “B” (0.40 % de paja), tipo “C” (0.80 % de paja) y tipo “D” (1.20 % de paja), donde los resultados a compresión fueron de 13.9kg/cm<sup>2</sup>, 14.28kg/cm<sup>2</sup>, 14.57kg/cm<sup>2</sup> y 12.89kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, resistencia a la tracción fue de 1.82kg/cm<sup>2</sup>, 1.98kg/cm<sup>2</sup>, 2.06kg/cm<sup>2</sup> y 1.76kg/cm<sup>2</sup> respectivamente y la resistencia a flexión fue de 3.6kg/cm<sup>2</sup>, 4.09kg/cm<sup>2</sup>, 4.50kg/cm<sup>2</sup> y 5.70kg/cm<sup>2</sup>”.</p>
<p>Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel - Piura – 2020 [10]</p>	<p>“Tuvieron como objetivo principal, determinar la factibilidad de la cascarilla de arroz en el mejoramiento del adobe para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel-Piura-2020. Se trabajó con diferentes adiciones de cascarilla de arroz en las unidades de adobe como al 3%, 6% y 9%, donde se obtuvieron los siguientes resultados: resistencia a la compresión de 14.5kg/cm<sup>2</sup>, 15.1kg/cm<sup>2</sup> y 17.5kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; resistencia a la flexión de 7.02kg/cm<sup>2</sup>, 8.78 kg/cm<sup>2</sup> y 10.37 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente y absorción de agua un 17.6%, 18.4% y 19.1%”.</p>
<p>Estudio del comportamiento físico mecánico del adobe incorporando tallo de trigo, distrito de Sicuani - 2021 [11]</p>	<p>“Se planteó como objetivo estudiar el comportamiento físico mecánico del adobe incorporando tallo de trigo al 1% y 2%. En la cual tuvieron como resultados los siguientes valores: resistencia a compresión de 31.05kg/cm<sup>2</sup> y 33.2 kg/cm<sup>2</sup>; flexión 7.5 kg/cm<sup>2</sup> y 5.09 kg/cm<sup>2</sup>, absorción 15% y 16%”.</p>

### 3.2 Resistencia a la compresión alcanzada para distintos porcentajes de adición.

En las investigaciones estudiadas en la tabla 4, se observa que los investigadores han utilizado distintos porcentajes de adiciones para evaluar su resistencia a compresión [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11].

La tabla 5, muestra la comparación de resultados a la resistencia a compresión según los porcentajes de adición.

Tabla N° 5. Análisis global de datos obtenidos de las investigaciones para la resistencia a la compresión

% DE ADICIÓN	INVESTIGACIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
0	[9]	13.9kg/cm <sup>2</sup>
0.4	[9]	14.28kg/cm <sup>2</sup>
0.8	[9]	14.57kg/cm <sup>2</sup>
1	[7], [11]	13.3 Kg/cm <sup>2</sup> , 31.05kg/cm <sup>2</sup>
1.2	[9]	12.89kg/cm <sup>2</sup>
2	[8], [11]	15.77kg/cm <sup>2</sup> , 33.2 kg/cm <sup>2</sup>
3	[7], [8], [10]	19.8 Kg/cm <sup>2</sup> , 16.24kg/cm <sup>2</sup> , 14.5kg/cm <sup>2</sup>
5	[4], [6], [7]	19kg/cm <sup>2</sup> , 25.3Kg/cm <sup>2</sup> , 24.25 kg/cm <sup>2</sup>
6	[10]	15.1kg/cm <sup>2</sup>
9	[10]	17.5kg/cm <sup>2</sup>
10	[4], [6]	23.65kg/cm <sup>2</sup> , 21.09 kg/cm <sup>2</sup>
15	[6]	17.65 kg/cm <sup>2</sup>
25	[5]	20.33kg/cm <sup>2</sup>

En la Tabla N° 5 se observa que en todas las resistencias a compresión superan lo establecido en la norma peruana E-080 de Diseño y construcción de tierra reforzada, en la cual nos dice que los “esfuerzos de rotura a compresión mínimos será de  $f_0 = 10.2 \text{ kg/cm}^2$ ” [12].

### 3.3 Resistencia a la flexión alcanzada para distintos porcentajes de adición.

En las investigaciones estudiadas en la tabla 4, se observa que los investigadores han utilizado distintos porcentajes de adiciones para evaluar su resistencia a flexión [4] [5] [7] [9] [10] [11].

La tabla 6, muestra la comparación de resultados a la resistencia a flexión según los porcentajes de adición.

Tabla N° 6. Análisis global de datos obtenidos de las investigaciones para la resistencia a la flexión

% DE ADICIÓN	INVESTIGACIÓN	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
0	[9]	3.6kg/cm <sup>2</sup>
0.4	[9]	4.09kg/cm <sup>2</sup>
0.8	[9]	4.50kg/cm <sup>2</sup>
1	[7], [11]	1.8 Kg/cm <sup>2</sup> , 7.5 kg/cm <sup>2</sup>
1.2	[9]	5.70kg/cm <sup>2</sup>
2	[11]	5.09 kg/cm <sup>2</sup>
3	[7], [10]	2.4 Kg/cm <sup>2</sup> , 7.02kg/cm <sup>2</sup>
5	[4], [7]	3.46kg/cm <sup>2</sup> , 2.4 Kg/cm <sup>2</sup>
6	[10]	8.78 kg/cm <sup>2</sup>
9	[10]	10.37 kg/cm <sup>2</sup>
10	[4]	4.02kg/cm <sup>2</sup>
25	[5]	4.56kg/cm <sup>2</sup>

En la Tabla N° 6 se observa que en todas las resistencias a flexión superan lo establecido en la norma peruana E-080 de Diseño y construcción de tierra reforzada, en la cual nos dice que “La resistencia de muros a tracción por flexión, tiene una resistencia última 0.14 MPa = 1.42 kgf/cm<sup>2</sup>” [12].

### 3.4 Resistencia a la tracción alcanzada para distintos porcentajes de adición.

En las investigaciones estudiadas en la tabla 4, se observa que los investigadores han utilizado distintos porcentajes de adiciones para evaluar su resistencia a tracción [9]

La tabla 7, muestra la comparación de resultados a la resistencia a tracción según los porcentajes de adición.

Tabla N° 7. Análisis global de datos obtenidos de las investigaciones para la resistencia a la tracción

% DE ADICIÓN	INVESTIGACIÓN	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
0	[9]	1.82kg/cm <sup>2</sup>
0.4	[9]	1.98kg/cm <sup>2</sup>
0.8	[9]	2.06kg/cm <sup>2</sup>
1.2	[9]	1.76kg/cm <sup>2</sup>

En la Tabla N° 7 se observa que en todas las resistencias a tracción superan lo establecido en la norma peruana E-080 de Diseño y construcción de tierra reforzada, en la cual nos dice que “La resistencia última es de 0.012 MPa = 0.12 kgf/cm<sup>2</sup>” [12].

### 3.5 Porcentaje de absorción obtenido de cada estudio con sus respectivos porcentajes de adición.

En las investigaciones estudiadas en la tabla 4, se observa que los investigadores han utilizado distintos porcentajes de adiciones para evaluar la absorción de agua en los adobes [4] [5] [7] [10] [11]

La tabla 8, muestra la comparación de resultados a la resistencia a flexión según los porcentajes de adición.

*Tabla N° 8. Análisis global de datos obtenidos de las investigaciones para absorción de agua*

% DE ADICIÓN	INVESTIGACIÓN	ABSORCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
1	[7], [11]	31.6%, 15%
2	[11]	16%
3	[7], [10]	32.6%, 17.6%
5	[4], [7]	19%, 28.4%
6	[10]	18.4%
9	[10]	19.1%
10	[4]	21%
25	[5]	27.61%

En la Tabla N° 8 se observa que los porcentajes de absorción no superan lo establecido en la norma peruana E-080 de Diseño y construcción de tierra reforzada, en la cual nos dice que “La absorción máxima será del 70%” [12].

## Conclusiones

- ✚ Del estudio realizado se concluye que se ha logrado lo esperado en el objetivo que es conocer el efecto de las fibras de paja de arroz, trigo e ichu en las propiedades físico químicas del adobe de construcción, tales como a resistencia a compresión, flexión, tracción y absorción.
- ✚ La resistencia de compresión máxima corresponde a la tesis [11]<sup>1</sup> la cual tiene una resistencia de 33.2 kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de adición de 1% de tallo de arroz.
- ✚ La resistencia de flexión máxima corresponde a la tesis [10]<sup>2</sup> la cual tiene una resistencia de 10.37 kg/cm<sup>2</sup> con una adición de 9% de paja de arroz.
- ✚ La resistencia que tenemos respecto a la tracción es de 2.06kg/cm<sup>2</sup> la cual corresponde a la tesis [9]<sup>3</sup> con una adición de 0.8% de paja de ichu.
- ✚ El porcentaje de absorción que más favorece al adobe es el 15% con una adición de 1% de tallo de arroz y pertenece a tesis [11]<sup>4</sup>.
- ✚ Por último, se concluye que las fibras de paja de arroz, trigo e ichu surgen un efecto positivo en la resistencia del adobe.

---

<sup>1</sup> G. R. Tito Mayhua y Y. E. Tito Mayhua, Estudio del comportamiento físico mecánico del adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas, distrito de Sicuani - 2021, LIMA, 2021.

<sup>2</sup> E. Huaranca Quito y J. A. Vasquez Ramirez, Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel - Piura - 2020, LIMA, 2020.

<sup>3</sup> O. V. ALTAMIRANO CARRASCO, INCIDENCIA DE LA FIBRA VEGETAL “PAJA ICHU” EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL ADOBE EN EL DISTRITO DE CAJAMARCA, Cajamarca, 2019.

<sup>4</sup> G. R. Tito Mayhua y Y. E. Tito Mayhua, Estudio del comportamiento físico mecánico del adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas, distrito de Sicuani - 2021, LIMA, 2021.

## Recomendaciones

- ✚ Se recomienda hacer uso de la técnica del adobe reforzado para la fabricación de unidades de adobe, y poder utilizarlas para la construcción de una vivienda más resistente en las zonas rurales y comunidades siendo una técnica de construcción económica, aplicable y ecológica donde los pobladores pueden adoptar esta técnica para la construcción de sus viviendas, donde pueden minimizar los daños presentados ante cualquier fenómeno natural.
- ✚ Utilizar una adición de 1% de tallo de arroz en la elaboración del adobe ya que aumenta favorablemente la resistencia a compresión, además no perjudica a la resistencia a flexión y absorción.
- ✚ Continuar investigando sobre el efecto de las adiciones en el adobe, tanto con distintas fibras ya sean naturales o artificiales y también con diferentes proporciones o porcentajes.

## Referencias

- [1] R. Barrera Luna, «El concepto de la Cultura: definiciones, debates y usos sociales,» *Publicación digital de Historia y Ciencias Sociales*, 2013.
- [2] INEI, «Instituto Nacional de Estadística e Informática,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.inei.gob.pe/bases-de-datos/>.
- [3] E. Ríos, Efectos de la adición de latex natural y jabon en la resistencia mecanica y absorcion del adobe compactado, México, 2010.
- [4] M. F. T. LLANA APARICIO, Resistencia del adobe con sustitución de la paja en 50% y 100% por viruta de madera. Huanchac - Huaraz, HUARAZ, 2017.
- [5] K. MENDOZA LLANOS, EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE, CHACHAPOYAS, 2018.
- [6] T. J. Briones Chuquilín y W. Estrada Zelada, COMPRESIÓN AXIAL DEL ADOBE COMPACTADO CON FIBRAS DE PAJA ICHU, PAJA DE ARROZ Y PAJA DE TRIGO., Cajamarca, 2018.
- [7] A. M. Bendezu Barreto , Evaluación de la Resistencia del Adobe Reforzado con Paja de Trigo Para Viviendas en el Distrito de Chalaco – Piura, 2019, LIMA, 2019.
- [8] B. J. León Valverde, Resistencia a la compresión en adobe, estabilizado en 2% y 3% con cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz, Chimbote, 2019.
- [9] O. V. ALTAMIRANO CARRASCO, INCIDENCIA DE LA FIBRA VEGETAL “PAJA ICHU” EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL ADOBE EN EL DISTRITO DE CAJAMARCA, Cajamarca, 2019.
- [10] E. Huaranca Quito y J. A. Vasquez Ramirez, Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel - Piura - 2020, LIMA, 2020.
- [11] . G. R. Ttito Mayhua y Y. E. Ttito Mayhua, Estudio del comportamiento físico mecánico del adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas, distrito de Sicuani - 2021, LIMA, 2021.

[12] Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada, Lima, Perú, 2017.