

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



**ESTUDIO DEL MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y
MECÁNICAS DEL ADOBE AGREGANDO ADICIONES
NATURALES EN SU PROCESO DE FABRICACIÓN**

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

AUTOR

ARLYN EDUARDO QUIJANO VALDERA

ASESOR

HECTOR AUGUSTO GAMARRA UCEDA

<https://orcid.org/0000-0002-3653-1394>

Chiclayo, 2022

Índice

Resumen	4
Abstract.....	5
I. PLAN DE INVESTIGACIÓN	6
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	6
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	7
1.3. JUSTIFICACIÓN	8
1.3.1 JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL	8
1.3.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL	8
1.3.3 JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA	8
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	8
2.1.1. NIVEL INTERNACIONAL	8
2.1.2. NIVEL NACIONAL	9
2.1.3. NIVEL LOCAL	10
2.2. BASES TEÓRICAS- CIENTÍFICAS.....	11
2.2.1. ADOBE	11
2.2.2. SUELOS	12
2.2.3. ADOBE ESTABILIZADO	13
2.2.4. NORMATIVA.....	13
2.2.5. ENSAYOS DE LABORATORIO.....	13
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	14
3. HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	14
3.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	14
3.2. VARIABLES	14
3.2.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	14
3.2.2. VARIABLE DEPENDIENTE	14
3.3. OBJETIVO GENERAL.....	14
3.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
4. DISEÑO METODOLÓGICO	15
4.1. TIPO DE ESTUDIO Y DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	15
4.1.1. TIPO DE ESTUDIO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	15
4.1.2. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	15
4.2. POBLACIÓN, MUESTRA DE ESTUDIO Y MUESTREO.....	15

4.2.1.	POBLACIÓN	15
4.2.2.	MUESTRA DE ESTUDIO	15
4.2.3.	MUESTREO	15
4.3.	MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	15
4.4.	ESTRATEGIA METODOLÓGICA PARA DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS	16
5.	RESULTADOS	17
6.	CONCLUSIONES.....	19
7.	REFERENCIAS	20

Resumen

La presente investigación denominada “ESTUDIO DEL MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE AGREGANDO ADICIONES NATURALES EN SU PROCESO DE FABRICACIÓN”, tiene como finalidad recopilar datos de las unidades de adobe que han sido alteradas en su proceso de fabricación agregando adiciones naturales, demostrando de esta manera, mediante ensayos, que los resultados obtenidos fueron beneficiosos ya que mejora su resistencia a la compresión en comparación al adobe tradicional. El propósito de esta investigación es brindar nuevos conocimientos sobre el comportamiento del adobe con adiciones naturales como material de construcción.

Palabras clave: aditivo natural, adobe, adobe estabilizado, resistencia

Abstract

The present investigation called "STUDY OF THE IMPROVEMENT OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF ADOBE ADDING NATURAL ADDITIONS IN ITS MANUFACTURING PROCESS", aims to collect data from adobe units that have been altered in their manufacturing process by adding natural additions, demonstrating that in this way, through tests, the results obtained were beneficial since it improves its resistance to compression compared to traditional adobe. The purpose of this research is to provide new insights into the behavior of adobe with natural additions as a building material.

Keywords: natural additive, adobe, stabilized adobe, resistance

I. PLAN DE INVESTIGACIÓN

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

El adobe es considerado el material de construcción más antiguo, pero a la misma vez, resulta vulnerable ante eventos sísmicos, además que presenta menor resistencia ante agentes como lluvias e inundaciones [1].

Sin embargo existe un problema que es el calentamiento global, ya que el proceso de fabricación de unidades de albañilería como el ladrillo, fomenta un desorden ecológico, lo cual esto lleva a una búsqueda de alternativas para darle solución al problema ecológico, considerando al adobe como un material que cumple con ello, pero lamentablemente no cumple con las mejores características para ser utilizado en construcciones [2]. A pesar de ello, existen aún poblaciones que hacen uso de este material, y son mayormente aquellas familias de bajo recursos económicos.

A nivel mundial, los materiales de construcción de tierra son más vulnerables a agrietarse por deformaciones excesivas por contracción por secado frente a las construcciones con otros materiales, y ello se debe por su elevado contenido de partículas finas [3].

En el año 2010, Chile sufrió un terremoto con una magnitud 8.8 Mw. Lo que ocasionó la destrucción en su mayoría de viviendas, entre las cuales estuvieron casas hechas de adobe, e inclusive monumentos históricos. Por lo que el estado decidió financiar un recurso para la reconstrucción de dichos centros históricos, con la finalidad de aumentar su vida útil y así poder recuperar el sistema constructivo original, incrementando su resistencia sísmica [4].

En el 2017, México también sufrió sismos que ocasionaron la pérdida de edificios históricos, ya que estos también estuvieron hechos de adobe. Y esto se debió a que estas construcciones eran vulnerables a esfuerzos sísmicos por el inadecuado manejo del sistema constructivo, además que presentaban una insuficiencia en su resistencia y problemas de cimentación [5].

En Colombia, la mayoría de edificios son construidos con adobe y estos presentan un comportamiento frágil, lo que significa tener una baja resistencia a tracción y flexión, y esto demuestra una alta vulnerabilidad sísmica [6].

Además, Colombia posee vastas áreas rurales con paja, barro, bambú, madera entre otros, de los cuales algunos se usan para producir adobe. Estos han sido utilizados porque son más baratos y fáciles de obtener, pero a su vez necesitan mejorar sus características, es por ello que la mezcla ideal debe tener al menos 15% o 16% de arcilla [7].

Según [8], es un tema de gran importancia poder mejorar el adobe tradicional con algunas técnicas o empleando material adicionante para poder obtener mejores propiedades físicas y mecánicas. El adobe, se puede considerar un material de construcción apto para el ser humano, y esto se debe a su historia, su bajo costo energético, su aportación a transferencia óptima de energía, reintegración del medio natural, etc.

Perú tiene un gran problema con la construcción de estas viviendas con tierra reforzada, y esto se debe a que estas unidades de adobe no presentan una correcta asistencia de un técnico con experiencia, de esta manera, desconocen la existencia de la Norma E-080 “Diseño y construcción con tierra reforzada”, por ende, estas autoconstrucciones de viviendas empleando métodos propios de los mismos pobladores, llegan a generar tragedias, accidentes a un corto y largo plazo [9].

Según el Diario El Correo, la región de Lambayeque ha sido afectada de manera significativa en el último Fenómeno del Niño del año 2017, en donde muchas viviendas fueron afectadas considerablemente por estas intensas lluvias. Sin embargo, existe una gran preocupación por las viviendas construidas con este material de adobe [10].

Entonces, ante los problemas que han venido sucediendo con el pasar de los años, podemos afirmar que el adobe estabilizado permitirá la construcción de viviendas más seguras frente a fenómenos de lluvias e inundaciones, por lo que fomentará una mayor familiarización con el uso de este material de construcción, y permitirá que muchas personas que optan por este tipo de construcción, tengan una mayor confianza en su utilización.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Mejorará considerablemente las propiedades físicas y mecánicas del adobe agregando adiciones naturales en su proceso de fabricación?

1.3. JUSTIFICACIÓN

1.3.1 JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL

En el sector ambiental, esta investigación permite promover la mejora de propiedades físicas y mecánicas del adobe mediante alteraciones en su proceso de fabricación con adiciones que se encuentra en la naturaleza, no solo convirtiéndose en una alternativa técnica y eficiente, sino también amigable con nuestro medio ambiente, estas unidades de adobe están conformados por tierra, siendo así el material más abundante en el mundo, resultando ser así una propuesta sostenible.

1.3.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Esta investigación se justifica socialmente, debido a que, existen muchas viviendas que han sido construidas con adobe a nivel regional, por las cuales, al brindar alternativas de mejora, será de gran apoyo para las familias de bajos recursos que sigan construyendo con este material, por ser económico. Esta alternativa también facilitará a estas familias que construyan con adobes más resistentes ante lluvias intensas y así estas viviendas se conversen más, permitiendo así un crecimiento socioeconómico significativo.

1.3.3 JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA

Se justifica en el aspecto tecnológico, ya que, estas adiciones que funcionan como estabilizadores de adobes ante la acción de agua es una alternativa o procedimiento innovador, la cual brindará mejores propiedades físicas y mecánicas a estas unidades.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

2.1.1. NIVEL INTERNACIONAL

Según [11], en su investigación “Fabricación y propiedades de ladrillos de tierra comprimida a partir de materias primas locales tunecinos” de la Universidad de Sfax de Túnez.

Su objetivo principal fue evaluar el uso del geomaterial de Jebel Menchar para poder hacer ladrillos de tierra comprimida y así realizar ensayos de resistencia a la compresión, flexión, absorción de agua y ensayos ultrasónicos, teniendo así como resultado una

resistencia a la compresión superior a 2.3MPa durante los ensayos de 28 días y los ensayos de los ladrillos estabilizados alcanzaron los 9.47MPa con 15% de cemento, concluyendo que la estabilización de la tierra con cemento posee una gran influencia significativa en las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos.

[12], en su investigación denominada “Caracterización de suelos para mezclas de adobe que contienen cemento Portland como estabilizador” de la Universidad Federal de Paraíba de Brasil.

Tuvo como objetivo principal estudiar la dosificación de mezclas para adobe utilizando cemento Portland como un estabilizador, teniendo así como resultados ante ensayos a la compresión a los 28 días, una resistencia de hasta 5 MPa del adobe estabilizado con cemento Portland al 12%. Finalmente se concluyó que, para utilizar ladrillos de adobe, el 9% de cemento Portland es suficiente para lograr la resistencia a la compresión mínima requerida por la norma brasilera NBR 8491- Norma de Ladrillo de suelo de cemento estándar.

2.1.2. NIVEL NACIONAL

[13], en su investigación denominada “Análisis comparativo entre el adobe tradicional y el adobe reforzado con fibras de coco, Huancané, Puno – 2019” de la Universidad César Vallejo de Lima.

Esta investigación tuvo como objetivo principal evaluar la resistencia a compresión, tracción, flexión y absorción al agua del adobe reforzado con fibra de coco, dosificando la fibra en porcentajes de 0.5%, 1% y 2% contando con 48 unidades de adobe reforzado y 16 unidades de adobe sin refuerzo, obteniendo como resultados que; las resistencias a compresión, tracción y flexión fueron de: 14.2kg/cm², 1.86kg/cm² y 4.6kg/cm² (adobe patrón); 13.6kg/cm², 2.33kg/cm² y 4.7kg/cm² (0.5% de fibra de coco); 12.7kg/cm², 2.67kg/cm² y 4.9kg/cm² (1% de fibra de coco); 11.3kg/cm², 3.36kg/cm² y 5kg/cm² (2% de fibra de coco), respectivamente.

[14], en su investigación denominada “Mejoramiento de bloque de adobe, incorporando Garbancillo para incrementar su resistencia, Los Ejidos del Norte, Piura 2019” de la Universidad César Vallejo de Piura.

El objetivo principal fue incorporar garbancillo al bloque de adobe y así poder incrementar su resistencia; concluyendo que la adición del 10% y 20% de garbancillo al

adobe llega a influir positivamente en con respecto a los ensayos de resistencia a la compresión, obteniendo 23.59kg/cm² y 32.49kg/cm² respectivamente.

[15], en su investigación titulada “Diseño de un bloque de adobe compactado, utilizando fibra de la hoja de piña, para mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2019” de la Universidad César Vallejo de Tarapoto.

Su objetivo principal fue mejorar la resistencia al esfuerzo de compresión usando proporciones de la fibra de hoja de piña en 4%, 6% y 8% analizándolos en tiempos de 7 y 14 días. Se obtuvo como resultado de esfuerzo a compresión a los 7 días de 30.99 kg/cm² para el adobe tradicional, para adobes con adición de 4% de fibra fue de 34.50 kg/cm², al 6% de fibra fue 38.14 kg/cm² y al 8% de fibra fue 44.84 kg/cm² y los resultados promedios del esfuerzo a compresión a los 14 días fue de 43.25 kg/cm² para el adobe tradicional, para adobes al 4% de fibra fue de 53.64 kg/cm², al 6% de fibra fue 59.99 kg/cm² y al 8% de fibra fue 67.27 kg/cm².

2.1.3. NIVEL LOCAL

[16], en su investigación titulada “Incorporación de fibras de plástico PET reciclado para mejorar el adobe tradicional en el Pueblo Joven El Nazareno-Chiclayo-2020” de la Universidad César Vallejo de Lima.

Esta investigación tuvo un objetivo principal y fue determinar cómo influye la incorporación de fibras de plástico PET reciclado para mejorar el adobe tradicional en el pueblo joven El Nazareno, teniendo como resultado en los ensayos de resistencia a la compresión un 19.90 kg/cm² al incorporar 1.2% de fibras de PET, la resistencia a la tracción fue 1.78 kg/cm² incorporando 1.2% de fibras de PET y el porcentaje de absorción fue 19.88% incorporando 1.2% de fibras de PET. Concluyendo que, se logró demostrar que la incorporación de fibras de plástico PET reciclado mejoró el adobe convencional.

[17], en su investigación titulada “Análisis comparativo de adobe convencional y adobe estabilizado con cemento con fines constructivos” de la Universidad Señor de Sipán de Pimentel.

Esta investigación tuvo por objetivo principal comparar el adobe tradicional y el adobe estabilizado con porcentajes de 4%, 8%, 10% y 12% de cemento con tierra extraída del caserío El Milagro, distrito de Mesones Muro-Ferreñafe, teniendo como resultado que las

propiedades del adobe llegaron a mejorar considerablemente para la estabilización con 4% de cemento. Concluyendo de esta manera, que, los adobes estabilizados con el 4% de cemento obtuvieron un 32.39% de aumento en la resistencia a la compresión, aumento de un 28.51% en la resistencia a la flexión y la capacidad de absorción disminuye un 11.54.

2.2. BASES TEÓRICAS- CIENTÍFICAS

2.2.1. ADOBE

Según [18] el adobe es un material de tierra cruda, que puede estar mezclado con arena gruesa o paja y así poder mejorar su durabilidad y la resistencia. Este bloque de tierra no debe presentar materias extrañas, fisuras o grietas que puedan perjudicar su durabilidad o su resistencia.

Por otro lado, son bloques de barro realizados a mano, que son rellenos en moldes para luego ser expuestos a la intemperie para ser secados. Su composición de la tierra varía según el lugar donde se obtiene, teniendo que su composición se presenta en diferentes proporciones de limo, arcilla y agregados. Para ello, al elaborar la mezcla se debe estudiar cada uno de los componentes del barro; a fin de conocer sus características y propiedades para así poder estabilizarlas si fuese el caso [19].

El adobe tiene un proceso de elaboración:

- a) Se preparó el barro para los adobes, zarandeando la tierra y así poder retirar piedras que son mayores a 5mm.
- b) Se humedece la tierra echándole agua.
- c) Se hace la mezcla con el barro y la adición de paja de caña, trigo o ichu para luego poder emparejar la superficie usando una regla de madera húmeda.
- d) Finalmente se colocan los bloques de adobe elaborados bajo tendales para protegerlos del sol y del viento. Asimismo, se debe espolvorear arena fina para eliminar restricciones durante su secado al encogerse [20].



Fig. 1. Procesos para elaboración de bloques de adobe

Fuente: [20].

2.2.2. SUELOS

Es considerado una capa de material que se encuentra sobre la corteza terrestre y proviene de alguna desintegración de rocas o alteración química, física como producto de las diversas actividades del ser humano sobre esta misma. Según [21], el suelo es todo aquello generado por la meteorización de las rocas; es decir, la descomposición física y química de estas dan como resultado lo que llamamos suelo.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS:

La clasificación de un suelo se da a través del proceso de ensayos de laboratorio. Con los ensayos de laboratorio podemos garantizar que el suelo evaluado es apto para la elaboración de la mezcla de adobe y se pueda utilizar la cantidad de adición necesaria y posible para el estudio [17].

– Arcilla

Material indispensable del suelo, que luego de estar en contacto con el agua, permite su amasado llegando a tener un comportamiento plástico y así se llega a formar el barro; que luego de un proceso de secado llega a adquirir una resistencia seca, convirtiéndolo en un material de construcción [22].

– Limo

Es un material inerte compuesto por partículas de lodo, arcilla y arena; y se mantiene estable al estar en contacto con el agua. Posee formación rocosa y partes de tierra lo que lo hacen semi impermeable, impidiendo la entrada de agua [19].

- Arena Gruesa

Es un componente inerte, que al estar en contacto con el agua se mantiene estable. Al añadirla a suelos arcillosos hacen que se disminuya el número y espesor de las fisuras generadas durante el secado de barro, así mismo, llega a lograrse una buena resistencia gracias a su estructural granular que presenta [22].

2.2.3. ADOBE ESTABILIZADO

Es aquella unidad que ha pasado el proceso de recubrimiento o adición de estabilizantes [23]. Según la Norma E.080 el adobe estabilizado es un adobe al que se le ha incorporado otros materiales con el único fin de mejorar sus propiedades.

2.2.4. NORMATIVA

- E. 080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada
- E. 050 Suelos y Cimentaciones

2.2.5. ENSAYOS DE LABORATORIO

Técnicas de investigación de campo:

- N.T.P. 339.134 (ASTM D 2487) Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS)
- N.T.P. 339.150 (ASTM D 2488) Descripción e identificación de suelos (Procedimiento visual-manual)
- N.T.P. 339.162 (ASTM D 420) Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción

Ensayos de Laboratorio:

- N.T.P. 339.127 (ASTM D 2216) Contenido de Humedad
- N.T.P. 339.128 (ASTM D 422) Análisis Granulométrico
- N.T.P. 339.129 (ASTM D 4318) Límite Líquido y Límite Plástico
- N.T.P. 339.134 (ASTM D 2487) Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)
- N.T.P. 339.613 Métodos de muestreo y ensayos en ladrillos de arcilla

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

ADITIVO NATURAL: Es una sustancia o elemento que al añadirse a otros elementos ayuda a mejorar sus cualidades. Ayuda a controlar los problemas de fisuras que se llegan a producir durante el proceso de secado rápido [24].

ADOBE: Es uno de los materiales de construcción más antiguos y que aún se encuentran en uso, este material se hace a base de barro y paja, moldeado a la forma de un ladrillo, sin cocer y secado a la intemperie [18].

ADOBE ESTABILIZADO: Es un adobe tradicional, pero estabilizado con un aditivo natural. Una de las muchas alternativas sería emplear estabilizadores en la tierra que será usada en tarrajeo y la otra sería, utilizar estabilizadores de origen vegetal disminuyendo su costo [25].

RESISTENCIA: La resistencia del adobe disminuye a medida que aumenta la humedad en el interior de los muros. Estos muros resisten muy bien las temperaturas altas o bajas, pero son sensibles a los cambios bruscos de temperatura generando fisuras en la cara externa [23].

3. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

“La incorporación de adiciones naturales en el proceso de fabricación del adobe influyen en las propiedades físicas y mecánicas”.

3.2. VARIABLES

3.2.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Porcentajes de adiciones naturales

3.2.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Propiedades físicas del adobe

Propiedades mecánicas del adobe

3.3. OBJETIVO GENERAL

Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del adobe agregando adiciones naturales en su proceso de fabricación.

3.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar las propiedades físicas del adobe.
- Evaluar la resistencia a la compresión del adobe.
- Evaluar la resistencia a la tracción del adobe.

4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. TIPO DE ESTUDIO Y DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

4.1.1. TIPO DE ESTUDIO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Esta investigación se considera de tipo No Experimental, descriptiva. Ya que no se altera alguna muestra, por el contrario, se analizan diferentes bibliografías.

4.1.2. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

El diseño de la investigación es considerado un diseño no experimental, ya que, los estudios se han basado en sucesos anteriores y se analizan en la presente investigación, de tal manera que no se altera alguna muestra.

4.2. POBLACIÓN, MUESTRA DE ESTUDIO Y MUESTREO

4.2.1. POBLACIÓN

Esta investigación, toma como población a las tesis e informes de investigación que evaluaron el mejoramiento del adobe mediante adición de aditivos naturales.

4.2.2. MUESTRA DE ESTUDIO

Esta investigación considera como muestra de estudio a los adobes convencional sin adición y adobes con adición.

4.2.3. MUESTREO

Se consideró un total de 7 trabajos de investigación.

4.3. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN: Esta técnica comprende en la recopilación de toda la información relacionada a la investigación, sean libros, normativas vigentes, revistas, investigaciones, entre otros documentos que presenten el sustento y sean confiables.

Finalmente, esta técnica, presenta como instrumento a una ficha bibliográfica, que presente o que pueda contener toda la información de cada documento considerado como guía para el presente estudio.

4.4. ESTRATEGIA METODOLÓGICA PARA DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Para la demostración de la hipótesis, se necesitó una ardua labor investigativa de tesis y artículos que tengan relación al tema, los cuales fueron analizados y detallados en fichas de recolección de datos. Los resultados de esta investigación se muestran a través de un resumen que fueron elaborados por el propio autor.

5. RESULTADOS

Tabla 1. Resultados de trabajos de investigación

Título	RESULTADOS DE ENSAYOS
Fabricación y propiedades de ladrillos de tierra comprimida a partir de materias primas locales tunecinos. [11]	Compresión de ladrillos convencionales a los 28 días: 2.3 Mpa. Compresión a los 28 días de ladrillos estabilizados con 15% de cemento: 9.47 Mpa.
Caracterización de suelos para mezclas de adobe que contienen cemento Portland como estabilizador. [12]	Compresión a los 28 días con adición de cemento portland al 12%: 5 Mpa.
Análisis comparativo entre el adobe tradicional y el adobe reforzado con fibras de coco, Huancané, Puno – 2019. [13]	Compresión con adición de 0.5%: 13.6 kg/cm ² . Tracción con adición de 0.5%: 2.33 kg/cm ² . Flexión con adición de 0.5%: 4.7 kg/cm ² . Compresión con adición de 1%: 12.7 kg/cm ² . Tracción con adición de 1%: 2.67 kg/cm ² . Flexión con adición de 1%: 4.9 kg/cm ² . Compresión con adición de 2%: 11.3 kg/cm ² . Tracción con adición de 2%: 3.36 kg/cm ² . Flexión con adición de 2%: 5 kg/cm ² .

<p>Mejoramiento de bloque de adobe, incorporando Garbancillo para incrementar su resistencia, Los Ejidos del Norte, Piura 2019. [14]</p>	<p>Compresión con adición de 10%: 23.59 kg/cm². Compresión con adición de 20%: 32.49 kg/cm².</p>
<p>Diseño de un bloque de adobe compactado, utilizando fibra de la hoja de piña, para mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2019. [15]</p>	<p>Compresión a los 7 días con adición de 4%: 34.50 kg/cm². Compresión a los 7 días con adición de 6%: 38.14 kg/cm². Compresión a los 7 días con adición de 8%: 44.84 kg/cm². Compresión a los 14 días con adición de 4%: 53.64 kg/cm². Compresión a los 14 días con adición de 6%: 59.99 kg/cm². Compresión a los 14 días con adición de 8%: 67.27 kg/cm².</p>
<p>Incorporación de fibras de plástico PET reciclado para mejorar el adobe tradicional en el Pueblo Joven El Nazareno-Chiclayo-2020. [16]</p>	<p>Compresión con adición de 1.2%: 19.90 kg/cm². Tracción con adición de 1.2%: 1.78 kg/cm². Porcentaje de absorción del adobe con adición de 1.2%:19.88%.</p>
<p>Análisis comparativo de adobe convencional y adobe estabilizado con cemento con fines constructivos. [17]</p>	<p>Los adobes estabilizados con 4% de cemento, se obtuvo un aumento de 32.39% en la resistencia a la compresión. Los adobes estabilizados con 4% de cemento, se obtuvo un aumento de 28.51% en la resistencia a la flexión. Los adobes estabilizados con 4% de cemento, se obtuvo una disminución de 11.54% en la capacidad de absorción.</p>

Fuente: Elaboración propia.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede afirmar la hipótesis planteada, ya que al agregar los aditivos naturales en el proceso de fabricación aportan un gran beneficio de mejorabilidad de las propiedades físicas y mecánicas de un adobe convencional.

Estas nuevas propiedades que llega a tener el adobe, con aditivos naturales, beneficia a la población en general, ya que ellos mismos lo pueden incluir en el proceso de fabricación, lo cual no afecta en un aumento de costo excesivo, ayudando en sí, a las personas de escasos recursos económicos que aún optan por el diseño de viviendas con este material de construcción.

7. REFERENCIAS

- [1] J. Feng, S.-Y. Pang, J.-W. Gao, E.-F. Deng, H. Wang y J.-J. Zhao, «Experimental study on seismic behaviour of adobe wall reinforced with cold-formed thin-walled steel,» *Revista Thin-Walled Structures*, vol. 147, 2020.
- [2] S. Ramakrisnan, S. Loganayagan, G. Kowshika, C. Ramprakash y M. Aruneshwaran, «Adobe blocks reinforced with natural fibres: A review,» *Revista Materials Today Proceedings*, 2021.
- [3] I. Bertelsen, L. Belmonte, L. Fischer y M. Ottosen, «Influence of synthetic waste fibres on drying shrinkage cracking and mechanical properties of adobe materials,» *Construction and Building Materials*, vol. 286, 2021.
- [4] C. Torres y N. Jorquera, «Técnicas de refuerzo sísmico para la recuperación estructural del patrimonio arquitectónico chileno construido en adobe,» *Informes de la Construcción*, 2018.
- [5] A. Sánchez, D. Preciado, E. Navarro, E. Alonso, E. Nuñez, H. Chávez, M. Ruiz y W. Martínez, «ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE BLOQUES DE ADOBE EN JOJUTLA DE JUÁREZ, MÉXICO. VULNERABILIDAD SÍSMICA Y PÉRDIDA DE LA TIERRA ARQUITECTURA TRAS EL TERREMOTO DE PUEBLA DE 2017,» *Archivos Internacionales de fotogrametría, teledetección e información espacial*, 2020.
- [6] F. De Filippi, R. Pennacchio, L. Restuccia y S. Torres, «HACIA UN ENFOQUE SOSTENIBLE Y BASADO EN EL CONTEXTO DEL ANTISÍSMICO TÉCNICAS DE REFUERZO PARA EDIFICIOS VERNACULARES DE ADOBE EN COLOMBIA.,» *Archivos internacionales de fotogrametría, teledetección e información espacial*, 2020.
- [7] L. Rodriguez, «Ladrillos de adobe con melaza de caña de azúcar y yeso para mejorar la resistencia a la compresión en la ciudad de Cogua, Colombia,» Bogotá DC, 2020.
- [8] M. Algara, Á. Cárdenas, G. Arista y J. Rodríguez, «Diseño de bloques de suelo estabilizado para uso urbano en San Luis Potosí,» *Revista Academia Jorunals Celaya*, vol. 4, n° 3, 2017.
- [9] J. Aburto y E. Bravo, «Evaluación y comparación técnica de las propiedades del adobe, típico convencional y el reforzado con cenizas del bagazo de caña de azúcar para la construcción de viviendas en el CC.PP de Tambar- Moro,» *UNS, Nuevo Chimbote*, 2018.
- [10] Instituto Nacional de Defensa Civil, «Lambayeque: Los 38 distritos son azotados por "El Niño Costero",» *Diario El Correo*, 25 Marzo 2017.

- [11] R. Abid, N. Kamoun, F. Jamoussi y E. F. Hafed, «Fabricación y propiedades de ladrillos de tierra comprimida a partir de materias primas locales tunecinos.» Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, 2021.
- [12] S. Miranda, «Caracterización de suelos para mezclas de adobe que contienen cemento Portland como estabilizador.» Universidad Federal de Parabaíba de Brasil., 2020.
- [13] J. Ticona, «Análisis comparativo entre el adobe tradicional y el adobe reforzado con fibras de coco, Huancané, Puno - 2019,» Lima, 2020.
- [14] M. Briceño y O. Carrasco, «Mejoramiento de bloque de adobe, incorporando Garbancillo para incrementar su resistencia, Los Ejidos del Norte, Piura 2019,» Piura, 2020.
- [15] E. Carrasco y J. Sinti, «Diseño de un bloque de adobe compactado, utilizando fibra de la hoja de piña, para mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2019,» Tarapoto, 2019.
- [16] G. Barturen, «Incorporación de fibras de plástico PET reciclado para mejorar el adobe tradicional en el Pueblo Joven El Nazareno-Chiclayo-2020,» Lima, 2020.
- [17] M. Sánchez, «Análisis comparativo de adobe convencional y adobe estabilizado con cemento con fines constructivos,» Pimentel, 2020.
- [18] RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006.
- [19] J. Márquez, «Estabilización del adobe con adición de viruta de Eucalipto, Chinchá 2018,» Lima, 2018.
- [20] S. Aliaga y E. Gónzales, «Propuesta de mallas de fibras de maguey para mejorar la resistencia de muros de adobe en el distrito de Colcabamba- Huancavelica,» UPC, Lima, 2020.
- [21] E. Cañar, «Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con cenizas de carbón,» UTA, 2017.
- [22] L. Araújo, J. Da Silva y A. Nóbrega, «Caracterización de suelos para mezclas de adobe que contienen cemento Portland como estabilizador,» Revista Matéria, 2020.
- [23] V. Benites, «Adobe estabilizado con extracto de cabuya (Furcraea Andina),» UDEP, Piura, 2017.
- [24] MVCS, DS N°003-2016-VIVIENDA, Anexo-Resolución Ministerial N°121-2017-VIVIENDA, E. 080 Diseño y construcción con tierra reforzada, El Peruano 07 de Abril del 2017, 2017.

- [25] L. Sotomayor, «Diseño y proceso constructivo de una vivienda de adobe en Cauquenes,» Santiago de Chile, 2018.