



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis comparativo del adobe reforzado con paja de ichu, trigo y cebada sometidos a esfuerzos mecánicos en Lucanas- Lucanas- Ayacucho”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Rios Poma, Lenin Florencio (<https://orcid.org/0000-0003-4954-9726>)

Vargas Espinoza, Jose Luis (<https://orcid.org/0000-0002-1353-8788>)

ASESOR:

Mg. Arevalo Vidal Samir Augusto (<https://orcid.org/0000-0002-6559-0334>)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

Este trabajo lo dedicamos a nuestros padres por su esfuerzo y dedicación en forjarnos como personas de bien, de igual manera a nuestros hermanos y familiares que de una u otra manera estuvieron involucrados en nuestro desarrollo profesional.

Agradecimientos

En primer lugar, agradecer a nuestro creador por darnos fortaleza y luz en nuestro camino, de igual manera agradecer a nuestros padres, hermanos y familiares por todo su apoyo incondicional. En segundo lugar, agradecer a nuestro asesor Mg. Samir Augusto AREVALO VIDAL por su aporte en el desarrollo de nuestro proyecto. En tercer lugar, agradecer infinitamente a la Universidad Nacional de Ingeniería por facilitarnos sus laboratorios. Y por último agradecer a la Universidad Cesar Vallejo por acogernos y así, formar parte de esta prestigiosa universidad.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	18
3.1. Tipo y diseño de investigación	18
3.2. Variables y operacionalización	18
3.3. Población, muestra y muestreo	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
3.5. Procedimientos	18
3.6. Método de análisis de datos	19
3.7. Aspectos éticos	19
IV. RESULTADOS	25
4.1. Evaluación y fabricación de las unidades de adobe	25
4.2. Elaboración y dimensión de las unidades de adobe	28
4.3. Resultados de adobe con paja de ichu	40
4.3.1. Resistencia a la compresión de adobe con paja de ichu	40
4.3.2. Resistencia a la flexión de adobe con paja de ichu	42
4.4. Resultados de adobe con paja de trigo	44
4.4.1. Resistencia a la compresión de adobe con paja de trigo	44

4.4.2.	Resistencia a la flexión de adobe con paja de trigo	47
4.5.	Resultados de adobe con paja de cebada	49
4.5.1.	Resistencia a la compresión de adobe con paja de cebada	49
4.5.2.	Resistencia a la flexión de adobe con paja de cebada	52
4.6.	Resultados de resistencias promedio de las muestras	55
4.6.1.	Resistencias de las muestras de adobe a compresión	55
4.6.2.	Resistencias de las muestras de adobe a flexión	56
V.	DISCUSIÓN	59
VI.	CONCLUSIONES	63
VII.	RECOMENDACIONES	64
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
	ANEXOS	70
	ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA	70
	ANEXO 02: ACTA DE CONFORMIDAD	72
	ANEXO 03: DOCUMENTOS DE LABORATORIO	74
	ANEXO 04: DATOS DE CADA MUESTRA DE ESTUDIO	78
	ANEXO 05: FORMATOS DE VALIDACIÓN	87
	ANEXO 06: NORMA DE TIERRA REFORZADA	91
	ANEXO 07: PANEL FOTOGRÁFICO	93

Índice de tablas

Tabla 1 Descripción de limo y arena gruesa para un adobe	10
Tabla 2 Proceso de elaboración de un adobe	11
Tabla 3 Operacionalización de variables.....	14
Tabla 4 Porcentaje de dosificación de la tierra.....	27
Tabla 5 Dimensiones de los adobes con paja de ichu.	28
Tabla 6 Volumen general de tierra por dosificación	30
Tabla 7 Características de la paja de ichu.....	30
Tabla 8 Características de la paja de trigo	30
Tabla 9 Características de la paja de la cebada.....	31
Tabla 10 Volumen de materiales para fabricación de adobe modificado	31
Tabla 11 Dimensiones de los adobes con paja de ichu.	40
Tabla 12 Resistencia a la compresión de los adobes con paja de ichu.	41
Tabla 13 Dimensiones de los adobes con paja de ichu.	42
Tabla 14 Resistencia a la flexión de los adobes con paja de ichu.....	43
Tabla 15 Dimensiones de los adobes con paja de trigo.	45
Tabla 16 Resistencia a la compresión de los adobes con paja de trigo.	46
Tabla 17 Dimensiones de los adobes con paja de trigo.	47
Tabla 18 Resistencia a la flexión de los adobes con paja de trigo.	48
Tabla 19 Dimensiones de los adobes con paja de cebada.	50
Tabla 20 Resistencia a la compresión de los adobes con paja de cebada.	51
Tabla 21 Dimensiones de los adobes con paja de cebada.	53
Tabla 22 Resistencia a la flexión de los adobes con paja de cebada.	54
Tabla 23 Resistencia compresión promedio de las unidades de adobe.....	55
Tabla 24 Resistencia flexión promedio de las unidades de adobe modificado.....	57
Tabla 25 Matriz de consistencia.	71

Índice de figuras

Figura 1 Procesos para elaboración de bloques de adobe	12
Figura 2 Resistencia a la compresión.....	13
Figura 3 Resistencia a flexión del adobe reforzado.....	14
Figura 4 Paja de Ichu	15
Figura 5 Paja de Trigo.....	16
Figura 6 Paja de Cebada.....	16
Figura 7 Procedimiento del desarrollo de esta investigación.....	18
Figura 8 Prueba de cinta de barro de la muestra de suelo.....	26
Figura 9 Prueba de resistencia seca o presencia de arcilla	26
Figura 10 Verificación del ensayo de resistencia seca.....	27
Figura 11 Dimensión de las unidades de adobe modificado para flexión.....	29
Figura 12 Dimensión de las unidades de adobe modificado para compresión.....	29
Figura 13 Preparación del barro por tanda y porcentaje de paja.....	32
Figura 14 Volumen en proporción de 1:2 de la paja del ichu respecto a la tierra .	33
Figura 15 Volumen en proporción de 1:2 de la paja del trigo respecto a la tierra .	34
Figura 16 Volumen en proporción de 1:2 de la paja de la cebada	34
Figura 17 Mezcla de la tierra y paja para unidades de adobe modificado.....	35
Figura 18 Mezcla con adición de paja de ichu, trigo y cebada.	36
Figura 19 Elaboración de los especímenes de adobe.....	37
Figura 20 Control de secado de las unidades de adobe.	37
Figura 21 Codificación de las unidades de adobe.....	38
Figura 22 Resistencia a la compresión de las unidades de adobe.....	38
Figura 23 Resistencia a la flexión de las unidades de adobe.....	39
Figura 24 Resistencia a compresión vs carga de adobes con paja de ichu.	42
Figura 25 Resistencia a flexión vs carga de adobes con paja de ichu.	44
Figura 26 Resistencia a compresión vs carga de adobes con paja de trigo.....	47
Figura 27 Resistencia a flexión vs carga de adobes con paja de trigo.....	49
Figura 28 Resistencia a compresión vs carga de adobes con paja de cebada. ...	52
Figura 29 Resistencia a flexión vs carga de adobes con paja de cebada.	54
Figura 30 Resistencia a compresión promedio vs carga de adobes modificado. .	56
Figura 31 Resistencia a flexión promedio vs carga de adobes modificado.	58

Resumen

Esta investigación denominada “Análisis Comparativo del Adobe Reforzado con Paja de Ichu, Trigo y Cebada Sometidos a Esfuerzos Mecánicos en Lucanas- Lucanas- Ayacucho”, con un objetivo general el comparar el adobe reforzado con paja de ichu, adobe con paja de trigo y el adobe con paja de cebada para determinar el más óptimo en Lucanas- Lucanas- Ayacucho. Esta investigación se considera de tipo aplicada, con un diseño experimental, centrándose en el estudio del comportamiento de las unidades de adobe modificado, presentando de esta manera, como muestra 10 unidades de adobe con paja de ichu, 10 unidades con paja de trigo y 10 unidades con paja de cebada para el estudio de su resistencia a compresión y flexión, con el fin de determinar aquel porcentaje más óptimo de adición. Obtuvo como principales resultados en las muestras de adobe reforzado con paja de ichu, trigo y cebada, una resistencia a la compresión promedio 25.10 kg/cm², 19.80 kg/cm² y 18.40 kg/cm² y una resistencia a la flexión de 5.60 kg/cm², 4.10 kg/cm² y 4.00 kg/cm², respectivamente. Finalmente, se concluyó que la muestra de adobe reforzado con paja de ichu, es aquella dosificación más óptima, al presentar un mejor comportamiento mecánico. Sin embargo, las muestras con adición de paja de trigo y cebada, siguen siendo adecuadas por cumplir con la Norma E.080.

Palabras clave: adobe, tierra, paja de ichu, paja de trigo, paja de cebada.

Abstract

This research called "Comparative Analysis of Adobe Reinforced with Ichu Straw, Wheat and Barley Subjected to Mechanical Efforts in Lucanas-Lucanas-Ayacucho", for which the general objective is to compare adobe reinforced with ichu straw, adobe with wheat straw and adobe with barley straw to determine the most optimal in Lucanas- Lucanas- Ayacucho. This research is considered of applied type, with an experimental design, focusing on the study of the behavior of the modified adobe units, presenting in this way, as a sample, 10 units of adobe with ichu straw, 10 units with wheat straw and 10 units with barley straw for the study of its resistance to compression and bending, in order to determine the most optimal percentage of addition. Obtained as main results in the adobe samples reinforced with ichu straw, wheat and barley, a compressive strength of 25.10 kg / cm², 19.80 kg / cm² and 18.40 kg / cm² and a flexural strength of 5.60 kg / cm², 4.10 kg / cm² and 4.00 kg / cm², respectively. Finally, it was concluded that the adobe sample reinforced with ichu straw is the most optimal dosage, as it presents better mechanical behavior. However, the samples with the addition of wheat and barley straw are still suitable for complying with Standard E.080.

Keywords: adobe, earth, ichu straw, wheat straw, barley straw

I. INTRODUCCIÓN

En el sector de la construcción, el uso del adobe ha sido ampliamente difundido a nivel mundial debido a la fácil accesibilidad y disponibilidad que presentan los elementos que son utilizados para la elaboración de este material, siendo los principales tierra y agua (Soto, 2016).

A nivel mundial, la tierra es aquel material que cuenta con significativas cantidades de materias primas de arcilla utilizados en la producción de adobes o denominados ladrillos de tierra, considerados una unidad de albañilería. Hace miles de años, las personas se ven obligadas a utilizar materiales terrestres y fibrosos como fibras vegetales residuos, utilizados como materiales de construcción con bajo costos y fácil accesibilidad para las personas (Babé et al., 2020).

Según Ige & Danso (2021), el uso de la tierra en su estado natural para la construcción de edificaciones es aquella técnica más antigua en la humanidad, debido que este material se encuentra disponible en forma natural y en abundancia, además de ser económico, fácil de utilizar y amigable con nuestro medio ambiente, en comparación a otras unidades existentes en la actualidad.

El adobe se considera uno de los materiales más antiguos de la construcción, debido a su existencia desde épocas prehistóricas, siendo su uso más común en zonas con un riesgo sísmico alto. Ante esta grave situación, surge la necesidad de centrar estudios e investigaciones en el planteamiento de evaluar la resistencia de este adobe mediante el uso de refuerzos para su mejora, demostrando así que estas unidades de adobe pueden presentar mejores propiedades mecánicas (Orta et al., 2016).

En nuestro país, Aliaga y Gónzales (2020) indica que este material, tiene gran importancia por emplearse en zonas altoandinas y zonas rurales, en especial es utilizado en las poblaciones de más bajos recursos, de esta manera, se presenta un elevado índice de viviendas de adobe con problemas en sus resistencias y durabilidad.

Según el INEI (2017) en la última década, existe un 72.7% de viviendas que tienen al adobe como material predominante en las zonas rurales de nuestro país,

evidenciando así que existe un alto índice de autoconstrucciones de viviendas a bajo costo.

Por ello, esta investigación presenta como problema general: ¿De qué manera se puede obtener el adobe reforzado más óptimo entre el adobe con incorporación de paja de ichu, adobe con paja de trigo y el adobe con paja de cebada en Lucanas- Lucanas- Ayacucho?, y como problemas específicos a los siguientes:

i) ¿De qué manera influye la incorporación de paja de ichu en el comportamiento del adobe reforzado?; ii) ¿De qué manera influye la incorporación de paja de trigo en el comportamiento del adobe reforzado?; iii) ¿De qué manera influye la incorporación de paja de cebada en el comportamiento del adobe reforzado?

Para dar respuesta a tales preguntas, esta investigación tiene como objetivo general: Comparar el adobe reforzado con paja de ichu, adobe con paja de trigo y el adobe con paja de cebada para determinar el más óptimo en Lucanas- Lucanas- Ayacucho; y los siguientes objetivos específicos:

i) Determinar la manera que influye la incorporación de paja de ichu en el comportamiento del adobe reforzado; ii) Determinar la manera que influye la incorporación de paja de trigo en el comportamiento del adobe reforzado; y iii) Determinar la manera que influye la incorporación de paja de cebada en el comportamiento del adobe reforzado.

Esta propuesta de tesis tiene una gran importancia, la cual radica en el elevado índice de riesgo sísmico que presentan ciudades en nuestro país, la cual está dirigido a minimizar el peligro en la población que viven en viviendas de adobe, con el fin también de evitar pérdidas humanas y materiales, y así brindar una alternativa innovadora en beneficio a los pobladores del distrito de Lucanas.

La presente investigación presenta una *justificación práctica*, al proponer resolver un problema o brindar estrategias para contribuir en resolverlo, mediante la comparación del comportamiento de adobes reforzados con ichu, trigo y cebada, con el único fin de obtener el adobe reforzado más óptimo.

Además de ello, una *justificación teórica*, debido que, esta investigación se enfoca en su desarrollo para brindar un aporte al conocimiento ya existente, basándose de

normativa vigente existente, como la Norma E.080 Adobe del Reglamento Nacional de Edificaciones, no solo para la elaboración de las unidades de adobe, sino también para identificar sus propiedades que cumplan con las especificaciones indicadas como unidad de construcción en viviendas.

Finalmente, una *justificación metodológica*, al ser una investigación que realizará un procedimiento detallado para proponer una alternativa innovadora como nueva estrategia de mejoramiento de la calidad de las unidades de adobe, generando así un conocimiento confiable y válido al cumplir con todas las normativas existentes.

A continuación, se presenta la hipótesis general propuesta para esta tesis: El estudio comparativo permite determinar el adobe reforzado más óptimo entre el adobe con paja de ichu, adobe con paja de trigo y el adobe con paja de cebada en Lucanas- Lucanas- Ayacucho, y las siguientes hipótesis específicas:

i) La incorporación de paja de ichu influye en el aumento de la resistencia de manera significativa del adobe reforzado, ii) La incorporación de paja de trigo influye en el aumento de la resistencia de manera significativa del adobe reforzado iii) La incorporación de paja de cebada influye en el aumento de la resistencia de manera significativa del adobe reforzado

II. MARCO TEÓRICO

La presente investigación presenta como antecedentes a las siguientes investigaciones relacionadas a la presente propuesta de tesis, obteniendo así los siguientes antecedentes nacionales:

En la capital, Aliaga y Gonzales (2020), en su investigación en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas en Lima, Perú.

Tuvo como objetivo general, crear una propuesta económica y sostenible mediante la elaboración de muros de adobe con refuerzo de fibras de maguey bajo el cumplimiento de la normativa existente E.080. Obteniendo como resultados, que el suelo utilizado del distrito de Colcabamba, según su clasificación se considera un suelo limo arcillosos de baja plasticidad, tipo CL- ML, siendo este un indicador bueno para la elaboración de estas unidades de adobe. Además de ello, se obtuvo una resistencia a la compresión de 11,51 kg/cm² aquel adobe sin adición, determinado como muestra patrón, en cuanto a los bloques elaborados obtuvieron una proporción de 60% arcilla y limos, 15% de arena, 10% de paja y 15% de agua, alcanzando una resistencia de 13,53kg/cm², existiendo un incremento en un 17.59% frente al adobe tradicional sin adición. Llegando de esta manera a la conclusión que, el costo unitario del refuerzo de maguey por m² de S/ 5.82 soles, considerándose un valor mucho más económico frente a aquellos con refuerzos sintéticos con un valor de S/ 13.00 soles. De esta manera, se determina que el adobe con refuerzo de maguey, no solo resulta económico, sino también permitirá generar beneficios sociales, brindando mejores condiciones de seguridad ante fenómenos naturales como sismos.

También Torres (2016), en su investigación en la Universidad Nacional Agraria La Molina en Lima, Perú.

El objetivo es brindar una propuesta o alternativa del refuerzo sísmico en una vivienda de adobe mediante el empleo de fibras naturales como Agave henequén como malla tejida en el departamento de Ica. Obteniendo como resultados, del análisis de cada muro de los ejes, se obtuvo una resistencia como límite de 2 kg/cm², trabajando así con valores máximos, para el diseño de la forma de la malla tejida, tratándose de específicamente 24, cada quien con su diseño exclusivo.

Además de ello, se obtuvo una fuerza horizontal o cortante basal de 0.4 del peso total de la estructura de adobe, estando relacionada dicho valor con la ubicación y tipo de suelo. Se concluyó que, el procedimiento basado en el método de elementos finitos para demostrar el comportamiento mediante el software SAP 2000, logró representar el modelo numérico de forma aceptable, un comportamiento frágil de los muros de adobe sin refuerzo.

Además, Flores (2019), en su investigación en la Universidad César Vallejo en Lima, Perú.

Tuvo como objetivo el evaluar el comportamiento mecánico del adobe estabilizado con gel de sábila, esperando mejorar considerablemente las características físicas y mecánicas respecto al adobe patrón. Por esta razón, se adicionó gel de sábila en porcentaje de 10, 15 y 20% para ser analizado el comportamiento de los bloques sometidas a pruebas de laboratorio. Obteniendo como resultados que, para el adobe patrón su resistencia a la compresión y flexión fueron de 51.12 kg/cm² y 3.91 kg/cm², para 10% de gel de sábila fue 51.29 kg/cm² y 3.87 kg/cm², para 15% de gel de sábila fue 64.28 kg/cm² y 4.90 kg/cm² y para 20% de gel de sábila fue de 64.61 kg/cm² y 5.58 kg/cm², respectivamente. Concluyendo que, los bloques de adobes alcanzaron el 100% de absorción, sin evidenciar mejora de resistencia al agua respecto al patrón, produciendo deterioros de todos los elementos.

Incluso Nieto y Tello (2019), en su investigación en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas en Lima, Perú.

Tuvo como objetivo principal diseñar una unidad de albañilería de adobe con la adición de mucílago de pena de tuna, realizándose bloques con dosificación de 8.5, 11.3, 13, 18 y 20.5 kg/L% y en condición normal que fueron ensayados en laboratorio. Obteniendo como resultados que, se identificó que las dos mejores dosificaciones 20.5% y 18 % obteniendo una resistencia a compresión 23.3 kg/cm² y 25.2 kg/cm², en flexión 17.62 kg/cm² y 17.61 kg/cm². Concluyendo que, el adobe estabilizado presenta mejores resultados que el adobe tradicional.

Así mismo Romero (2017), en su investigación en la Universidad Andina del Cusco en Cusco, Perú.

Tuvo como objetivo implementar nuevas alternativas con la finalidad de garantizar la funcionalidad sin alterar el aspecto económico de las unidades de albañilería. Por tal razón, se realizó un análisis de las propiedades de las unidades convencionales y también de adobe estabilizado con asfalto al 5% y 10%. Obteniendo como resultados que, el adobe estabilizado al 5% logró 52.35% más resistentes que el patrón, mientras que, el adobe estabilizado al 10% logró un 81.15% siendo mucho más resistente que el patrón correspondiente a la resistencia a la compresión. Por otro lado, se logró la reducción de absorción de agua, pudiendo ser utilizados en zonas de precipitación moderada, empleándose en las primeras hiladas de los muros exteriores de las viviendas. Lo cual se concluye que el adobe estabilizado con asfalto generó mejores propiedades al contacto con el agua.

En la sierra norte Briones (2018), en su investigación en la Universidad Privada del Norte en Cajamarca, Perú.

Tuvo como objetivo principal determinar su resistencia a la compresión axial del adobe que ha sido compactado con tres niveles de fibras de paja de ichu, arroz y trigo. Esta investigación obtuvo como resultados en la muestra patrón, una resistencia de 21.03 kg/cm², mientras que, al adicionar paja de arroz en porcentaje de 5%, 10% y 15%, esta resistencia varía, siendo mayor con los dos primeros porcentajes de estudio, obteniendo resistencia de 24.25 kg/cm² y 21.09 kg/cm². Mientras que, con la adición de paja de trigo se obtuvo resistencias mayores en sus tres porcentajes de estudio, obteniendo 25.29 kg/cm², 23.29 Kg/cm² y 21.49 kg/cm² respectivamente para cada porcentaje de adición. Finalmente, con la adición de paja de ichu, alcanzaron resistencias de 30.92 kg/cm², 28.07 kg/cm² y 24.77 kg/cm² respectivamente. Se concluyó que, la adición de estas fibras vegetales brinda mejores propiedades al adobe, específicamente en su resistencia a la compresión, considerando también que los porcentajes más óptimos de adición fue 5% tanto como el adobe reforzado con paja de arroz, paja de trigo y paja de ichu.

Dentro de los antecedentes internacionales, se puede encontrar a las siguientes investigaciones:

En Asia, Dormohamadi & Rahimnia (2020) en su artículo científico de la Revista Case Studies in Construction Materials en la India.

Su objetivo principal de esta investigación fue determinar las características físicas y mecánicas del adobe como resistencia a la compresión, flexión y a la tracción. Obteniendo como resultados, de la compactación de adobes experimentales en un incremento de su resistencia a la compresión en un 79.43%, en su resistencia a la tracción en un 42.42% y en su resistencia a la flexión en un 75.00% en comparación de los adobes de control que no presentan compactación. Llegando a la conclusión, que existe una relación directa entre la resistencia mecánica y entre su compactación dinámica, por lo que esta compactación dinámica se convierte en un método aceptable para la fabricación de materiales de tierra, en este caso, como lo son las unidades de adobe cumpliendo los estándares básicos de calidad.

Sin embargo, Mirjalili et al. (2020), en su artículo científico de la Revista Construction and Building Materials en la India.

Este artículo tuvo como objetivo principal estudiar el comportamiento lateral en plano de muros de adobe bajo diferentes cargas axiales de precompresión, consistió en 12 paneles de adobe de pared, todos de 1000 mm de largo y 200 mm de espesor, pero de tres alturas diferentes de 800, 900 y 1000 mm. La carga se aplicó en forma de un régimen de carga lateral incremental en presencia de cuatro tensiones verticales de precompresión de 0.1, 0.3, 0.5 y 0.7 MPa. Obteniendo como resultados que, comparándose en términos de respuesta de desplazamiento de carga, resistencia lateral, capacidad de desplazamiento, ductilidad, degradación de la rigidez y absorción de energía. Otro aspecto del estudio implica un examen detallado de los modos de falla y el comportamiento general de las muestras. Concluyendo que, el aumento de la carga vertical podría cambiar el comportamiento de cortante de los muros de adobe a uno de compresión por flexión, la resistencia lateral en el plano de las paredes mejoró con la tensión de precompresión vertical que aumentó de 0,1 a 0,7 MPa y la ductilidad de desplazamiento de los paneles de pared probados generalmente mejora al aumentar la altura de las muestras.

Por otro lado, Meybodan, Eslami & Morshed (2020), en su artículo científico de la Revista Construction and Building Materials en Irán.

Este artículo científico presentó como objetivo principal estudiar los adobes mediante un refuerzo para mejorar el rendimiento lateral en plano de las paredes de adobe haciendo uso de los materiales de refuerzos naturales. Esta investigación realizó la construcción de 10 paneles de paredes de adobe con las siguientes dimensiones: 1000 mm de largo, 900 mm de alto y 200 mm de espesor, de las cuales dos se emplearon como especímenes de control o patrón, uno sin refuerzo y otro con un enlucido con mortero de arcilla de paja. Obteniendo como resultados, en propiedades de refuerzos de tipo malla de palma con diámetro de 5 mm y tamaño de malla de 100mm, obteniendo una resistencia a la compresión final de 4.6Kn/m, mientras que, en la misma muestra con tamaño de malla de 50mm, logró obtener una resistencia de 5.5kN/m, en las muestras con refuerzo de malla de plástico con diámetro de 3mm y tamaño de malla de 55 mm, se obtuvo una resistencia final de 3.9Kn/M, y con cuerda de palma, una resistencia de 20.70Mpa. Finalmente, para última muestra con diámetro de 15mm, obteniendo 88Mpa y un módulo de elasticidad de 19.9Gpa. Llegando a la conclusión de esta manera que, las mallas EB de dimensiones de rejilla densas como lengüetas diagonales pueden mejorar de manera significativo el rendimiento lateral de las paredes de adobe, al ser más eficaz para aumentar la capacidad de disipación de energía y su relación de amortiguación equivalente.

Asimismo, Nasrollahzadeh et al. (2020), en su artículo científico de la Revista Construction and Building Materials en Irán.

Tuvo como objetivo confinar un conjunto de unidades de adobe (es decir, ladrillos de arcilla sin hornear) y mortero de barro cual fue la principal preocupación en el artículo actual. Para ello, las columnas de adobe escaladas fueron envueltas con correas de polipropileno (PP), materiales poliméricos de baja resistencia y bajo costo, y fueron probadas bajo compresión uniaxial. Se examinan tres series de columnas de adobe con diferentes relaciones de aspecto de la sección transversal y diferentes disposiciones de unidades de adobe en el plano de la sección transversal. Obteniendo como resultados que, la técnica de reacondicionamiento propuesta mediante el uso de correas de PP es muy eficaz para mejorar la

resistencia a la compresión y, lo que es más importante, la deformación axial máxima de las columnas de adobe. Concluyendo que, las muestras de adobe reacondicionadas podrían mantener una cantidad considerable de resistencia residual posterior al pico hasta grandes desplazamientos axiales.

En Europa, Mirabi et al. (2020), en su artículo científico de la Revista Structures en el Reino Unido.

El cual tuvo como objetivo principal el fortalecimiento sísmico de muros de adobe utilizando barras de acero montadas cerca de la superficie (NSM), realizándose 7 paneles de pared de adobe (1020 x 800 x 200 mm) sometidos a la acción combinada de tensiones verticales de precompresión (0,1 y 0,3 MPa) y reversiones de cargas laterales incrementales. Obteniendo como resultados que, la técnica de reacondicionamiento adoptada fue capaz de mejorar de manera efectiva el desempeño sísmico en el plano de los muros de adobe dañados y no dañados en términos de resistencia lateral, capacidad de desplazamiento, disipación de energía y aceleración máxima tolerada del suelo. Concluyendo que, la intervención de reacondicionamiento tiene contribución beneficiosa a la capacidad de desplazamiento, en lugar de la resistencia lateral, de los muros de adobe bajo elevadas cargas axiales de precompresión.

Existen diversas definiciones sobre el adobe o llamado también como bloque de tierra; los cuales se describen a continuación. Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2017) lo define como, unidad de tierra cruda, el cual puede estar mezclado con paja o arena gruesa para mejorar su resistencia y durabilidad. El adobe no debe presentar materias extrañas, fisuras o grietas que puedan perjudicar su resistencia o durabilidad.

Por otro lado, son bloques de barro realizados a mano, que son rellenos en moldes para luego ser expuestos al aire libre 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 (Márquez, 2018).

– Arcilla

Único material activo e indispensable del suelo, el cual al entrar en contacto con el agua permite su amasado teniendo un comportamiento plástico pudiendo cohesionar al resto de partículas inertes del suelo formando el barro; el cual al secarse adquiere una resistencia seca convirtiéndolo en material constructivo (E. 080 Diseño y construcción con tierra reforzada, 2017).

Tabla 1

Descripción de limo y arena gruesa para un adobe

Material	Descripción
Limo	Material inerte compuesta por partículas de lodo, arcillo y arena; estable en contacto con el agua. Posee formación rocosa y partes de tierra lo que lo hacen semi impermeable, impidiendo la entrada de agua.
Arena gruesa	Componente inerte, en contacto con el agua es estable, al añadirla a suelos arcillosos disminuyen el número y espesor de fisuras generadas durante el secado de barro, logrando una mayor resistencia debido a su estructura granular

Fuente: (Márquez, 2018).

Clasificación de Suelos

La manera más exacta para clasificar un suelo es mediante el proceso de ensayos de laboratorio, siendo regidos por normativa para así lograr su exactitud. De otro lado, existen ensayos realizados in-situ permitiendo clasificar el suelo de una forma empírica.

El método más empleado es aplicando ensayos de laboratorio, debido a la exactitud de los resultados obtenidos, con ellos se puede garantizar que el suelo evaluado es apto para la elaboración de la mezcla de adobe y se utilice la cantidad de adición necesaria y posible para el estudio (Sánchez M. , 2020).

Características del adobe

Una de las principales características del adobe es el bajo costo, gracias a que la materia prima (tierra) es adquirida en canteras locales cercanas a la obra, mientras que otros materiales los cuales son pocos se obtienen de otro lugar, pero su valor no altera el monto total de la obra. Elaborar y edificar con adobe requiere únicamente de la energía humana y solar; su bajo costo es una razón para su excesiva utilización siendo esta técnica constructiva empleada mayormente por personas de bajo o escaso recursos económicos; de esta manera el uso de materiales locales le confiere características ecológicas y ambientales (Romero et al. (2017).

El proceso de elaboración de bloques de adobe, tal como se puede apreciar a través de la Ilustración 8 de Blondet (2010), el cual presenta los siguientes pasos:

Tabla 2

Proceso de elaboración de un adobe

N°	Descripción
1	Preparación del barro para los adobes: Zarandear la tierra para retirar partículas o piedras mayores a 5 mm.
2	Humedecer la tierra echándole agua para activar la mayor cantidad de partículas de arcilla por 48 horas como mínimo.
3	Hacer la mezcla con el barro y la adición de paja de caña, trigo o ichu para luego introducirlo en las gaveras y emparejar la superficie usando una regla de madera húmeda.
4	Colocar 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.

Fuente: Blondet (2010).

Para (Romero et al. (2017), la tierra adecuada para elaborar adobes debe estar conformada por 15% a 25% de limos, 10% a 20% de arcilla, 50% a 70% de arena y no debe ser de cultivo. Por otro lado, las tierras inadecuadas se tienen a la tierra con materia orgánica (color negruzco) y tierra salitrosa (blanquecino y salado).

Figura 1

Procesos para elaboración de bloques de adobe



Nota. La imagen representa los procesos que son necesarios realizar para elaborar las unidades de adobe.

Propiedades del Adobe

El adobe posee buenas características desde el punto de confort, debido a las buenas propiedades térmicas y acústicas que presenta, resaltando la inercia térmica como una de las principales propiedades del adobe, caracterizada por su lentitud para calentarse y enfriarse. Las viviendas a base de adobe resultan abrigadoras durante la noche debido a que en ese período los muros van restituyéndose por radiación (el calor acumulado durante el día); lo contrario pasa durante el día permaneciendo frescas, período en el cual los muros almacenan calor. Esta característica minimiza la necesidad de consumir energía para calentar o enfriar ambientes, haciendo favorable construir ambientes saludables y confortables (Romero et al. (2017).

Resistencia a la compresión del adobe reforzado

Para medir los esfuerzos de rotura mínima del material tierra a la compresión se realiza a través de los ensayos en laboratorio (ensayo de compresión en cubos) se realiza con el siguiente procedimiento.

- Para medir la resistencia del material se realiza a través de un ensayo a compresión en cubos de 10 cm de arista.
- La expresión siguiente $f_o=1.0 MPa=10.2 kgf/cm^2$ calcula la resistencia ultima.

- El promedio de los cubos de adobe de las 4 mejores muestras (de seis muestras) deben ser igual o mayor a la resistencia ultima indicada.

Esta propiedad, se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$C = \frac{W}{A}$$

Ecuación 1: Resistencia a la compresión

Dónde:

C = Resistencia a la compresión del espécimen (Kg/cm²).

W = Carga máxima aplicada (Kg).

A = Área de la muestra (Cm²)

Figura 2

Resistencia a la compresión



Nota. En la figura se muestra una imagen representativa prueba de compresión de las probetas de mortero de barro (Soto, 2016).

Resistencia a flexión del adobe reforzado

Según Soto (2016). “La resistencia a flexión del adobe reforzado se basa en el comportamiento físico que puede soportar mediante la aplicación de una carga puntual en la cara perpendicular en su cara superior del eje longitudinal de la unidad del adobe” (p.50).

El módulo de rotura también es conocido como la resistencia a la flexión, para que el adobe pueda resistir a esfuerzos a flexión la unidad del adobe debe ser reforzada para aumentar su resistencia a flexión mediante la adición de paja de ichu, trigo y cebada para la construcción de viviendas en el distrito de Lucanas.

El módulo de rotura se puede calcular mediante la siguiente formula:

$$f = \frac{3 * Pu * L}{2 * b * t^2}$$

Ecuación 2: Resistencia a la flexión

Donde:

f = Resistencia a la flexión (Kg/cm²)

Pu = Carga de rotura (Kg)

L = Luz entre ejes de apoyos (cm)

b = Ancho de la unidad (cm)

Figura 3

Resistencia a flexión del adobe reforzado



Nota. En la figura se muestra una imagen representativa del ensayo a flexión en la unidad de adobe.

Las fibras utilizadas como materiales estabilizantes son aquellas que permiten el control del comportamiento de retracción y dilatación o contracción

durante el fraguado, permitiendo la adherencia de un material fibroso a la tierra como tal en su estado natural, estas fibras pueden ser vegetales como pajas, virutas, cáscaras de coco, fibras de pita o fique, o fibras de origen animal como pelo de llama, crines de caballo, lana, y en caso de origen artificial como fibra de caucho o plástico (Soto, 2016).

Según Aliaga y Gonzales (2020), la paja o fibra de ichu es aquel pasto como material que solo crece en determinadas altitudes (aproximadamente de 3,300 a 4500msnm), estas plantas suelen crecer más en climas fríos.

La paja de ichu se conoce como aquel material fibroso, el cual es conocido por ser empleado en la fabricación de unidades de adobe para absorber tensiones por contracción de la mezcla a consecuencia del secado.

Figura 4

Paja de Ichu



Nota. La imagen representa a la paja de ichu en su estado natural en el medio. Tomado de *Compresión axial del adobe compactado con fibras de paja ichu, paja de arroz y paja de trigo*, por Briones y Estrada (2018), UPN.

Según Briones y Estrada (2018), la fibra de trigo es un subproducto que es altamente fibroso, debido a estas propiedades y su composición del de esta paja tanto en sus tallos como en sus hojas, puede llegar a brindar buenas características a las unidades de adobe convencional.

Figura 5

Paja de Trigo



Nota. La imagen representa a la paja de trigo en su estado natural en el medio.

Figura 6

Paja de Cebada



Nota. La imagen representa a la paja de cebada en su estado natural en el medio.

Dentro de la definición de términos básicos, El MVCS (2017) determina importante detallar conceptos de los siguientes términos.

Aditivo natural: Sustancia o elemento que se añade a otras para mejorar sus cualidades, y se incorporan en la preparación de diversos materiales (Construmática, 2018). Asimismo, se considera que es un material natural como la

paja o arena gruesa, que controlan las fisuras que se producen durante el proceso de secado rápido (MVCS, 2017).

Adobe: Es aquella unidad o bloque elaborado de tierra crudo es decir sin cocer, el cual puede estar compuesto o puede estar mezclado con diversos materiales para la mejora de sus propiedades frente a agentes externos (MVCS, 2017). El adobe es uno de los materiales de construcción más viejos y aún en uso, el cual es una mezcla de barro y paja o heno, con la forma de un ladrillo, sin cocer y secada al sol o al aire (Construmática, 2015).

Adobe estabilizado: Es aquel adobe con la adición de materiales con la única finalidad de mejorar sus componentes y condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad (MVCS, 2017). Se emplea estabilizadores para impermeabilizar al adobe, comúnmente asfalto, cemento y cal mejorando la calidad del adobe, pero se eleva su costo de 3 a 4 veces más. Una alternativa sería emplear estabilizadores únicamente en la tierra que será usada en tarrajeo y la otra sería, utilizar estabilizadores de origen vegetal disminuyendo su costo (Sotomayor, 2018).

Mortero: Es aquel material que permite la unión de los adobes, este puede ser barro con arena o barro con paja u otros como cal, cemento, bosta, asfalto, entre otros (MVCS, 2017).

Refuerzo: Son aquellos elementos que conforman materiales con una alta capacidad de tracción, permitiendo así el control de desplazamientos en muros, estos materiales deben presentar compatibilidad con la tierra, como baja dureza y flexibles (MVCS, 2017).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Esta investigación se considera de tipo Aplicada, ya que, busca resolver un problema específico enfocándose en la consolidación y búsqueda del conocimiento para así poder ser aplicado en una sociedad (Hernández et al. 2017).

De esta manera, el presente estudio se centrará en llevar a cabo los ensayos necesarios para realizar el estudio del comportamiento del adobe mediante la incorporación de paja de ichu, paja de trigo y paja de cebada, y de esta manera validar las hipótesis propuestas y planteadas en la investigación.

Diseño de investigación

Una investigación se considera Experimental, aquella que tiene como fin la comprobación de un nuevo conocimiento o aporte a través de la manipulación de sus variables (Hernández et al. 2017)

Por ello, esta investigación se considera Experimental, al tener como fin el estudio de las propiedades del adobe reforzado mediante la incorporación de paja vegetal, con el fin de evaluar su influencia que presentan estas en el adobe.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente

Adobe reforzado con paja de ichu, paja de trigo y paja de cebada.

Variable dependiente

Esfuerzos mecánicos.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION

Tabla 3

Operacionalización de variables.

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Adobe Reforzado con Paja de Ichu, Trigo y Cebada. <i>(Independiente)</i>	Adobe estabilizado, es aquel que se ha incorporado otros materiales (paja de ichu, trigo, cebada, etc) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad (Briones y Estrada, 2018)	El adobe reforzado o también denominado estabilizado mediante la adición de paja vegetal (paja de ichu, paja de trigo y cebada) tienen como fin, obtener mejores propiedades mecánicas.	Dosificación	Adición de paja de ichu en proporción 1:2	Vol.
				Adición de paja de trigo en proporción 1:2	Vol.
				Adición de paja de cebada en proporción 1:2	Vol.

Esfuerzos Mecánicos <i>(Dependiente)</i>	Los esfuerzos mecánicos son aquellas tensiones o fuerzas en momentos que aparecen en el interior de una unidad de estudio (Briones y Estrada, 2018)	Los esfuerzos mecánicos son aquellas características que puede presentar una unidad de estudio, aquellas que representan sus condiciones y calidad de esta misma.	Esfuerzos mecánicos del adobe reforzado	Resistencia a la compresión	Kg/cm ²
				Resistencia a la flexión	Kg/cm ²

Nota. En esta tabla se muestra la operacionalización de la variable dependiente e independiente, así como también sus definiciones operacionales, conceptuales, dimensiones, indicadores, y su medición de estas mismas.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población.

La población se considera al conjunto de elementos de estudio que tienen características similares, pero en un estudio total de estas, resultaría muy costosa y compleja (Hernández et al. 2017).

Por ello, esta investigación consideró como población de estudio a todas las unidades de adobe en la región de Ayacucho, las cuales no pasan un control de calidad, pese a ser un material de gran importancia, lamentablemente, las personas que realizan construcción de sus viviendas con este material, no cuentan con los recursos necesarios.

Muestra.

La muestra se define como la unidad del objeto de estudio en una investigación o subgrupo con características similares, las cuales son elegidas de estudio (Hernández et al. 2017).

En este caso, se considera 30 unidades de adobe reforzado con paja de ichu, paja de trigo y cebada con una muestra de 30 unidades, siendo fabricado 5 unidades por cada muestra y posteriormente se escogerá los 4 de los 5 mejores resultados del ensayo en el laboratorio, tal como lo establece la Norma E-080 de Diseño y Construcciones de Tierra Reforzada, realizando los ensayos a compresión y flexión de adobe reforzado con paja de ichu, trigo y cebada en volumen de proporción de 1:2 en el distrito de Lucanas, provincia de Lucanas ubicado en la región de Ayacucho.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos.

Dentro de las técnicas consideradas de gran importancia para el desarrollo de esta investigación, se consideran a las siguientes:

- Observación.

Esta técnica permite el registro las características y propiedades que puede presentar los elementos de estudio que son de suma importancia considerar para la investigación.

- Ensayos de laboratorio.

Los ensayos de laboratorio son técnicas que cumplen parámetros y especificaciones normativas, por la cual, serán utilizadas para su aplicación con el fin de obtener sus propiedades mecánicas del adobe reforzado con pajas vegetales.

- Análisis bibliográfico y de contenido.

Este análisis bibliográfico es aquel procedimiento como técnica que se realiza con el fin de recopilar la mayor información posible, para su respectivo análisis, interpretación y como guía para el desarrollo de esta investigación.

Instrumentos de recolección de datos.

Dentro de las herramientas consideradas de gran relevancia, se consideran a las siguientes para el desarrollo de esta investigación:

- Ficha de observación.

Esta ficha de observación es un instrumento de importancia, ya que permite la recopilación de la información y datos obtenidos en laboratorio, así se podrá la manipulación de todas las características o propiedades obtenidas y registradas del adobe reforzado.

- Formatos de laboratorio.

Estos formatos o fichas de laboratorio son aquellas herramientas que son llenadas con toda la información necesaria exclusivamente para la obtención de sus propiedades mecánicas del adobe reforzado con paja vegetal, siendo necesario el cumplimiento de la normativa existente.

- Ficha bibliográfica.

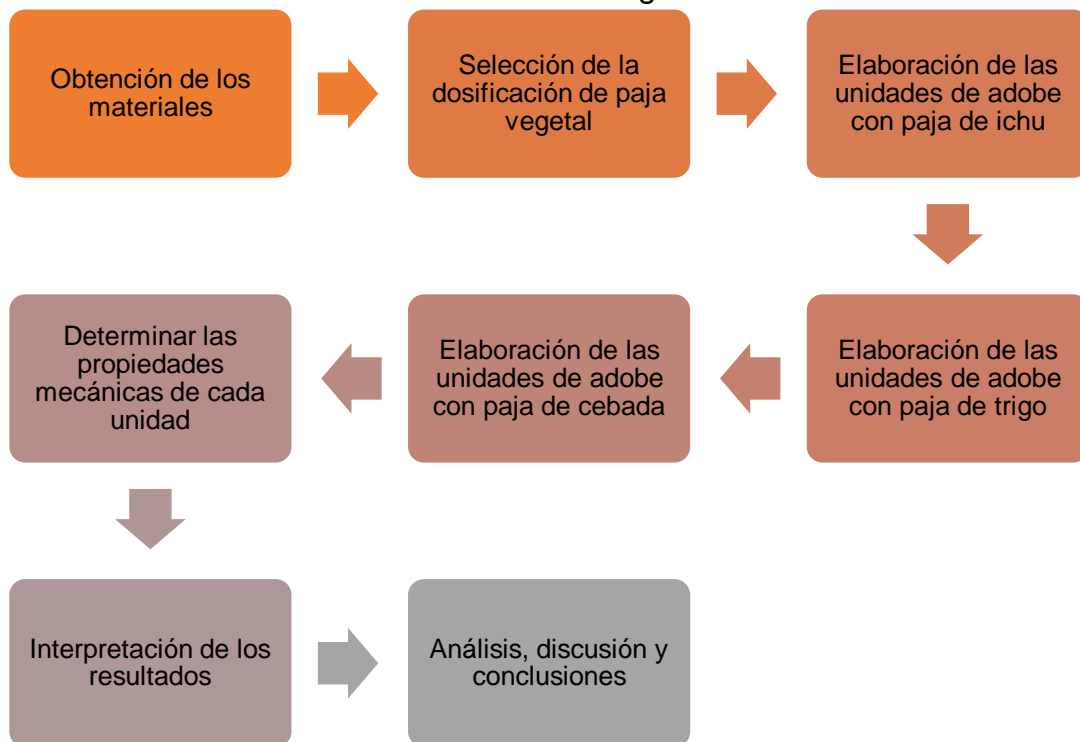
Esta ficha bibliográfica es aquella que permite encontrar toda la información de las fuentes de estudio, tanto de artículos científicos, como de tesis y libros. De esta manera, convertirse en una herramienta de apoyo para el desarrollo teórico de esta investigación.

3.5. Procedimientos

A continuación, se detallará el procedimiento comprendido por las siguientes etapas secuenciales, para la obtención de los necesario para su respectiva evaluación.

Figura 7

Procedimiento del desarrollo de esta investigación.



Nota: Esta figura muestra el procedimiento detallado conformado por 8 actividades para el cumplimiento del desarrollo de la presente tesis.

3.6. Método de análisis de datos

El método de análisis de datos e información obtenida en la investigación para permitir la interpretación de resultados será mediante un método descriptivo, con el fin de detallar y caracterizar toda la información referente a la evaluación del adobe reforzado con paja de ichu, trigo y cebada, de manera independiente cada una.

3.7. Aspectos éticos

Los investigadores se comprometen a realizar el cumplimiento de toda la normativa existente, tanto durante la elaboración de unidades de adobe como aquella normativa aplicada durante su evaluación de estas mismas, dentro de las cuales, logran identificar sus propiedades mecánicas, garantizando de esta manera el cumplimiento, la confiabilidad y veracidad durante la obtención de los resultados, y bajo responsabilidad, serán procesadas sin alteración alguna en los resultados. De esta manera, mediante un juicio de expertos será validado el correcto desarrollo realizado.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación y fabricación de las unidades de adobe

Después de haber seleccionado las muestras de estudio según la disponibilidad de estas fibras vegetales como adicinante en cantidad según cálculo mostrado anteriormente en cuanto a su volumen total de paja necesaria para la elaboración de las unidades, se pudo proceder a la fabricación de adobes reforzados con paja de ichu, paja de trigo y paja de cebada, la cual, posterior a esta fabricación, se realizó el control de secado durante los 28 días, manteniendo así estas unidades bajo sombra a las unidades de los adobes, buscando así llegar a su resistencia máxima. Posteriormente, estas unidades fueron transportadas a la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), para ser ensayadas como corresponde en su Laboratorio de Materiales.

La Norma E-080 determina la gran importancia de realizar las pruebas necesarias en campo para obtener las condiciones necesarias tanto del lugar como del suelo para la fabricación de estas unidades, buscando esencialmente comprobar la existencia de arcilla.

Como se evidencia en la siguiente figura, se realizó primero la prueba de cinta de barro a la muestra de suelo, para determinar el contenido de arcilla, siendo esencial para la fabricación de adobe. Por ello, al ser esta muestra ensayada, la cual se rompió a los 19 cm, se puede determinar, que se encuentra dentro de los parámetros necesarios según la normativa vigente de Adobe reforzado, al presentar un valor mínimo de 10cm (evidenciando arcilla) y sin sobrepasar el valor máximo de 25cm (la cual representa exceso de arcilla).

Figura 8

Prueba de cinta de barro de la muestra de suelo



Nota. Medida de la cinta de barro. Fuente. Elaboración propia.

Seguidamente, se realizó el ensayo de presencia de arcilla o también denominado resistencia seca, la cual fue, realizar cuatro bolitas de este material, las cuales pasan un proceso de secado durante 48 horas, sin dejar que se golpeen ni se humedezcan. Y así, al transcurrir este tiempo definido, se procede a presionar con la yema de los dedos, y en caso que se rompa, se vuelve a fabricar nuevamente, caso reiterativo, se debe buscar realizar ensayos con materiales de otra cantera.

Asimismo, en nuestra investigación y experiencia obtenida en el transcurso de este tiempo, se evidenció

Figura 9

Prueba de resistencia seca o presencia de arcilla



Nota. Muestra seca de arcilla. Fuente. Elaboración propia.

Figura 10

Verificación del ensayo de resistencia seca



Nota. Verificación apretando la muestra seca. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede visualizar en la figura anterior, se muestra una mezcla homogénea y firme, verificando así el ensayo de resistencia seca, por lo cual, no fue necesario la obtención de materiales de cantera para fabricación de la mezcla de tierra con pajas vegetales en el presente estudio.

En la siguiente tabla, se evidencia los parámetros límites porcentual de cada material para la fabricación de adobe, la cual puede ser verificado mediante la prueba de campo como con el ensayo de resistencia seca y cinta de barro, ya comprobado anteriormente la correcta mezcla elaborada.

Tabla 4

Porcentaje de dosificación de la tierra

Autor/Fuente	Arcilla	Limo	Arena
Norma E-080	10 - 20%	15 - 25%	55 - 70%

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Elaboración y dimensión de las unidades de adobe

Para la obtención de los resultados, fue necesario considerar las cantidades específicas de las unidades de adobe elaboradas con adición tanto con paja de ichu, paja de cebada y paja de trigo. Asimismo, para cada ensayo planteado a realizar, y así obtener las propiedades mecánicas de importancia de este material.

Por ello, a continuación, se logrará evidenciar las muestras elegidas de estudio para la presente investigación.

Tabla 5

Dimensiones de los adobes con paja de ichu.

Cantidad de Adobes			
Prueba	Paja de Ichu	Paja de trigo	Paja de Cebada
Compresión	5	5	5
Flexión	5	5	5
Parcial	10	10	10
Total	30 unidades		

Fuente: Elaboración propia.

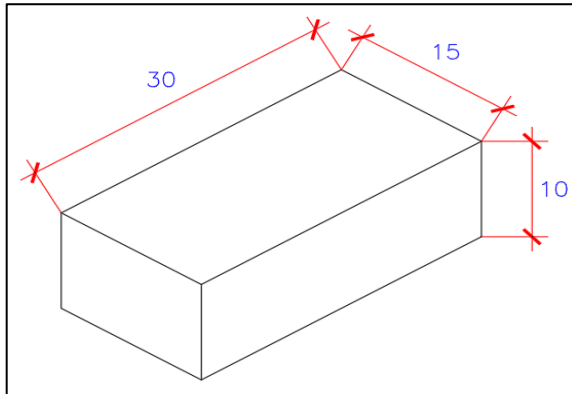
Asimismo, se mostrará a continuación, las dosificaciones empleadas por cada muestra de estudio, la cual está conformada por la mezcla para la fabricación y/o elaboración de adobe reforzado con estas fibras vegetales como adición.

A continuación, se muestra las dimensiones de las unidades de adobe modificado para el ensayo a flexión y ensayo a compresión. Por ello, para el ensayo a flexión, las unidades de adobe modificado tanto con adición de fibra de ichu, trigo y cebada, tuvieron las siguientes dimensiones, un largo de 30 cm, un ancho de 15 cm y una altura de 10 cm.

- Largo de 30 cm.
- Ancho de 15 cm.
- Altura de 10 cm.

Figura 11

Dimensión de las unidades de adobe modificado para flexión



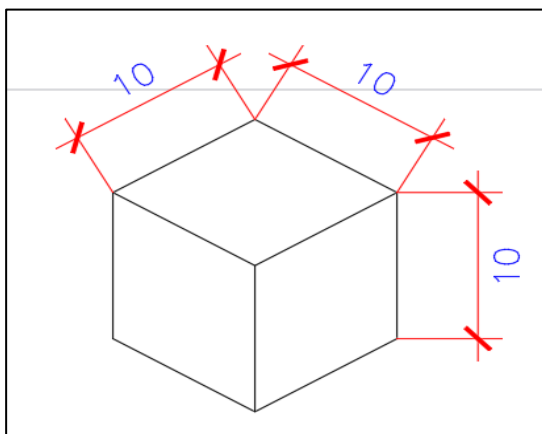
Nota. Medidas para flexión del adobe. Fuente. Elaboración propia.

Mientras que, para el ensayo a compresión, las unidades de adobe modificado tanto con adición de fibra de ichu, trigo y cebada, tuvieron las siguientes dimensiones:

- Largo de 10 cm.
- Ancho de 10 cm.
- Altura de 10 cm.

Figura 12

Dimensión de las unidades de adobe modificado para compresión



Nota. Medidas para compresión del adobe. Fuente. Elaboración propia.

De esta manera, se logró obtener el volumen de tierra total para la fabricación de las unidades de adobe como muestras de estudio.

Tabla 6*Volumen general de tierra por dosificación*

Materiales	Unidad	Vol. Total
Volumen de tierra para una unidad	Vol.	2
Volumen para 5 unidades por tanda	Vol.	10
10% de desperdicio	Vol.	1
Total, de volumen de tierra por tanda de dosificación	Vol.	11

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7*Características de la paja de ichu*

CARACTERISTICAS DE LA PAJA DE ICHU	
1. ESCRIPCIÓN: FIBRA NATURAL "PAJA DE ICHU"	
2. CONDICIONES	
Estado de la paja a utilizar	Seca
3. PROPIEDADES FISICAS	
Longitud de la fibra a utilizar (cm)	2" - 3"

Tabla 8*Características de la paja de trigo*

CARACTERISTICAS DE LA PAJA DE TRIGO	
1. ESCRIPCIÓN: FIBRA NATURAL "PAJA DE TRIGO"	
2. CONDICIONES	
Estado de la paja a utilizar	Seca
3. PROPIEDADES FISICAS	
Longitud de la fibra a utilizar (cm)	2" - 3"

Tabla 9*Características de la paja de la cebada*

CARACTERISTICAS DE LA PAJA DE CEBADA	
1. ESCRIPCIÓN: FIBRA NATURAL "PAJA DE CEBADA"	
2. CONDICIONES	
Estado de la paja a utilizar	Seca
3. PROPIEDADES FISICAS	
Longitud de la fibra a utilizar (cm)	2" - 3"

De esta manera, se logró obtener el volumen de cada material para la fabricación de las unidades de adobe reforzado, como se puede visualizar en la siguiente tabla.

Tabla 10*Volumen de materiales para fabricación de adobe modificado*

VOLUMEN DE MATERIALES PARA FABRICAR LAS UNIDADES DE ADOBE									
Muestras		Volumen de la tierra por unidad			volumen de paja			% Volumen de agua	
Compresión Flexión (Muestra Ichu)	Und.	Volumen 1 unidad respecto a la muestra	vol. 5 Und.	Total	Volumen 1 unidad respecto a la muestra	vol. 5 Und.	Total	1 Unidad	15 Unidad
	Vol.	2.0	5.0	10.0	1.0	5.0	5.0	25.0%	3.75
Compresión Flexión (Muestra Trigo)	Und.	Volumen 1 unidad respecto a la muestra	vol. 5 Und.	Total	Volumen 1 unidad respecto a la muestra	vol. 5 Und.	Total	1 Unidad	15 Unidad
	Vol.	2.0	5.0	10.0	1.0	5.0	5.0	25.0%	3.75
Compresión Flexión (Muestra Cebada)	Und.	Volumen 1 unidad respecto a la muestra	vol. 5 Und.	Total	Volumen 1 unidad respecto a la muestra	vol. 5 Und.	Total	1 Unidad	15 Unidad
	Vol.	2.0	5.0	10.0	1.0	5.0	5.0	25.0%	3.75
		Porcentaje de adición		3.00	Porcentaje de adición		1.50	25.0%	1.125

		por desperdicio 10%		por desperdicio 10%			
VOLUMEN TOTAL DE TIERRA		33.00	VOLUMEN TOTAL DE PAJA		16.5	VOL. AGUA	12.375

Fuente: Elaboración propia.

Esta tabla anterior describe las cantidades que se requiere de los materiales para la fabricación de unidades de adobe modificado, tantos volúmenes totales de tierra, volúmenes de paja y contenido de agua por unidad y tanda.

Figura 13

Preparación del barro por tanda y porcentaje de paja



Nota. Preparación de barro. Fuente. Elaboración propia.

Para el volumen de la paja de ichu 1 se obtuvo respecto al volumen de la tierra 2 equivalente a 1 unidad más el 10% de desperdicio por pérdida que se da en la preparación del mezclado teniendo la proporción del volumen de 1:2 adicionando más el 25% de contenido de humedad, teniendo una longitud de la paja de ichu de 2" a 3"

Figura 14

Volumen en proporción de 1:2 de la paja del ichu respecto a la tierra



Fuente. Elaboración propia.

Para el volumen de la paja de trigo 1 se obtuvo respecto al volumen de la tierra 2 equivalente a 1 unidad más el 10% de desperdicio por pérdida que se da en la preparación del mezclado teniendo la proporción del volumen de 1:2 adicionando más el 25% de contenido de humedad, teniendo una longitud de la paja de paja de 2" a 3"

Figura 15

Volumen en proporción de 1:2 de la paja del trigo respecto a la tierra



Fuente. Elaboración propia.

Para el volumen de la paja de cebada 1 se obtuvo respecto al volumen de la tierra 2 equivalente a 1 unidad más el 10% de desperdicio por pérdida que se da en la preparación del mezclado teniendo la proporción del volumen de 1:2 adicionando más el 25% de contenido de humedad, teniendo una longitud de la paja de paja de 2" a 3"

Figura 16

Volumen en proporción de 1:2 de la paja de la cebada



Fuente. Elaboración propia.

Una vez ya seleccionada la tierra, teniendo la cantidad en la proporción respecto al volumen, posteriormente se realiza el humedecimiento por el tiempo de 24 horas para que se activen sus partículas, para luego dentro de las 24 horas ser añadido la paja del ichu, trigo y cebada para dar el mezclado usando las herramientas de pala, pico y usando los pies para homogenizar el mezclado y asegurarse la adherencia y a la vez sea trabajable

Figura 17

Mezcla de la tierra y paja para unidades de adobe modificado



Nota. Mezclado de tierra y paja. Fuente. Elaboración propia.

A continuación, se evidencia el proceso de combinación de la paja de ichu, trigo y cebada en función a las proporciones respecto a sus volúmenes y se aprecia la obtención homogénea y trabajable de las muestras.

Figura 18

Mezcla con adición de paja de ichu, trigo y cebada.



Nota. Mezclas de tierra con los 3 tipos de pajas. Fuente. Elaboración propia.

Una vez ya teniendo listo el preparado del barro de las tres muestras con sus respectivos pajas de ichu, trigo y cebada se pasa a la fase de preparación de las muestras sin antes colocar en la superficie arena para posteriormente se despegue del a manera fácil y de igual manera en el transcurso del movimiento evitar que se deterioren, luego de ser fabricado se mantiene el secado bajo la sombra por el tiempo de 28 días tal como indica la Norma E-080 para luego ser trasladado al laboratorio y hacer los respectivos ensayos.

Figura 19

Elaboración de los especímenes de adobe.



Nota. Preparado de bloques de adobe. Fuente. Elaboración propia.

Figura 20

Control de secado de las unidades de adobe.



Nota. Secado de bloques. Fuente. Elaboración propia.

Figura 21

Codificación de las unidades de adobe.



Nota. Codificación de los bloques de adobe. Fuente. Elaboración propia.

Figura 22

Resistencia a la compresión de las unidades de adobe.



Nota. Prueba de compresión de los bloques de adobe. Fuente. Elaboración propia.

Figura 23

Resistencia a la flexión de las unidades de adobe.



Nota. Prueba de flexión a los bloques de adobe. Fuente. Elaboración propia.

4.3. Resultados de adobe con paja de ichu

4.3.1. Resistencia a la compresión de adobe con paja de ichu

Para realizar el ensayo a compresión, fue necesario que las cuatro muestras de estudio con adición de paja de ichu cumplan los 28 días de edad, tal como nos indican la normativa E.080, y así obtener la resistencia promedio. Estos ensayos fueron realizados en el Laboratorio de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). Para ello, fue necesario considerar las dimensiones previo a la obtención de resistencias, ya que, la maquina universal a compresión logra obtener cargas, por lo que se debe desarrollar la ecuación con el área bruta de la muestra para obtener la resistencia a la compresión.

A continuación, se mostrará las características generales que se realizó específicamente para los especímenes de adobe con adición de paja de ichu para el ensayo de resistencia a compresión.

Tabla 11

Dimensiones de los adobes con paja de ichu.

Muestras	Dimensiones			Área bruta (cm ²)
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	
Paja de ichu-1	9.50	9.40	10.20	89.30
Paja de ichu-2	9.50	10.00	9.40	95.00
Paja de ichu-3	9.50	9.40	9.60	89.30
Paja de ichu-4	10.00	9.80	9.30	98.00
Paja de ichu-5	10.20	9.80	9.60	100.00

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede visualizar de las unidades no presentan iguales dimensiones, debido a la fabricación artesanal de estas unidades. Sin embargo, presentan una variación mínima en sus dimensiones entre estas mismas unidades.

A continuación, se mostrará las resistencias obtenidas a la compresión de cada unidad de adobe con adición de paja de ichu.

En la siguiente tabla se logra apreciar los datos de carga, área bruta de las muestras y así su resistencia a la compresión del adobe reforzado con paja de ichu, las cuales alcanzaron un promedio de 25.10 kg/cm², al excluir la muestra de paja de ichu- 2, por presentar menores resistencias frente a las demás ensayadas, lo que representa el cumplimiento de la normativa vigente E.080, al obtener valores mayores de 10.2 kg/cm².

Tabla 12

Resistencia a la compresión de los adobes con paja de ichu.

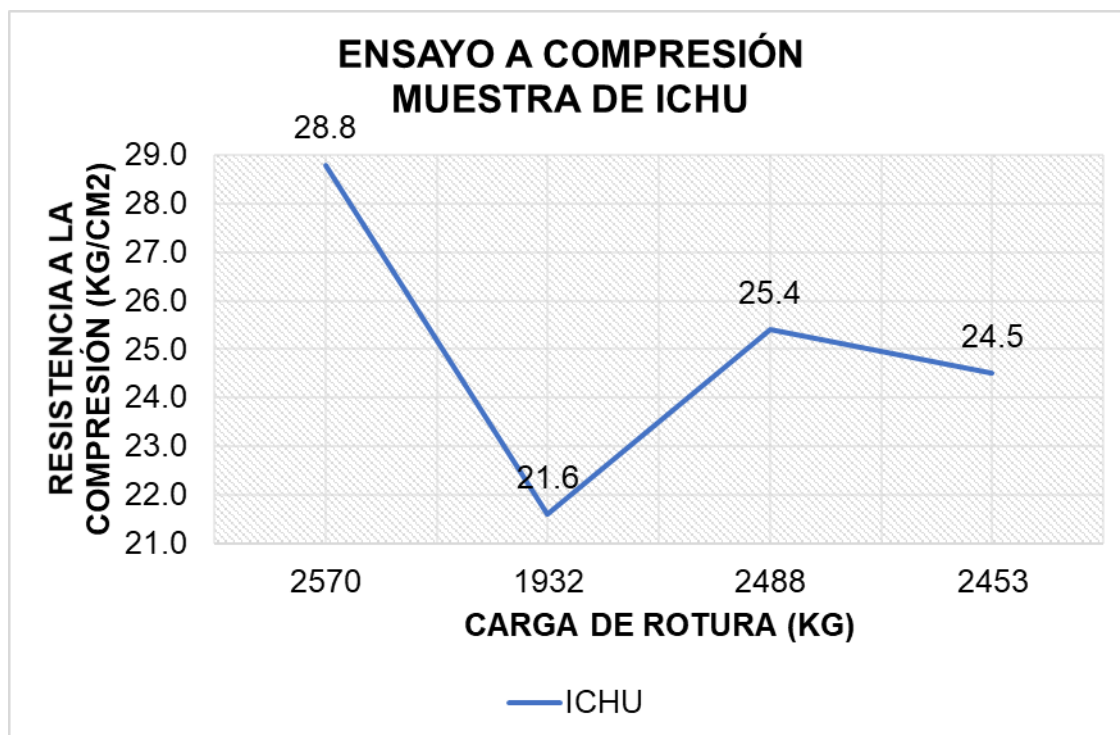
Muestras	Carga de rotura (kg)	Área bruta (cm ²)	Resistencia a la compresión(kg/cm ²)
Paja de ichu-1	2570	89.30	28.80
Paja de ichu-2	1927	95.00	20.30
Paja de ichu-3	1932	89.30	21.60
Paja de ichu-4	2488	98.00	25.40
Paja de ichu-5	1866	100.00	24.50

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede visualizar en la siguiente figura, se ha graficado la resistencia a la compresión vs carga de rotura, obteniendo así una relación mayor en la primera unidad ensayada de adobe con adición de paja de ichu, siendo la más resaltante frente a las siguientes que presentan una variación mínima de ± 3 .

Figura 24

Resistencia a compresión vs carga de adobes con paja de ichu.



Nota. Resistencia a compresión vs carga de adobe con paja de ichu. Fuente. Elaboración propia.

4.3.2. Resistencia a la flexión de adobe con paja de ichu

A continuación, se mostrará las características generales que se realizó específicamente para los especímenes de adobe con adición de paja de ichu para el ensayo de resistencia a flexión.

Tabla 13

Dimensiones de los adobes con paja de ichu.

Muestras	Distancia entre apoyos	Dimensiones			Área bruta (cm ²)
		Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	
Paja de ichu-1	24.00	29.00	13.80	10.10	400.20
Paja de ichu-2	24.00	29.00	13.80	10.60	400.20
Paja de ichu-3	24.30	29.30	14.00	10.80	410.20

Paja de ichu-4	23.80	28.80	13.80	10.20	397.40
Paja de ichu-5	23.80	28.80	14.00	10.30	403.20

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede visualizar las unidades no presentan iguales dimensiones, debido a la fabricación artesanal de estas unidades. Sin embargo, presentan una variación mínima en sus dimensiones.

A continuación, se mostrará las resistencias obtenidas a la flexión de cada unidad de adobe con adición de paja de ichu.

En la siguiente tabla se logra apreciar los datos de carga, área bruta de las muestras y así su resistencia a la flexión del adobe reforzado con paja de ichu, las cuales alcanzaron un promedio de 5.60 kg/cm², al excluir la muestra de paja de ichu- 5, por presentar una rotura poco común en las muestras a flexión, lo que representa el cumplimiento de la normativa vigente E.080, al obtener valores mayores de 0.86 kg/cm².

Tabla 14

Resistencia a la flexión de los adobes con paja de ichu.

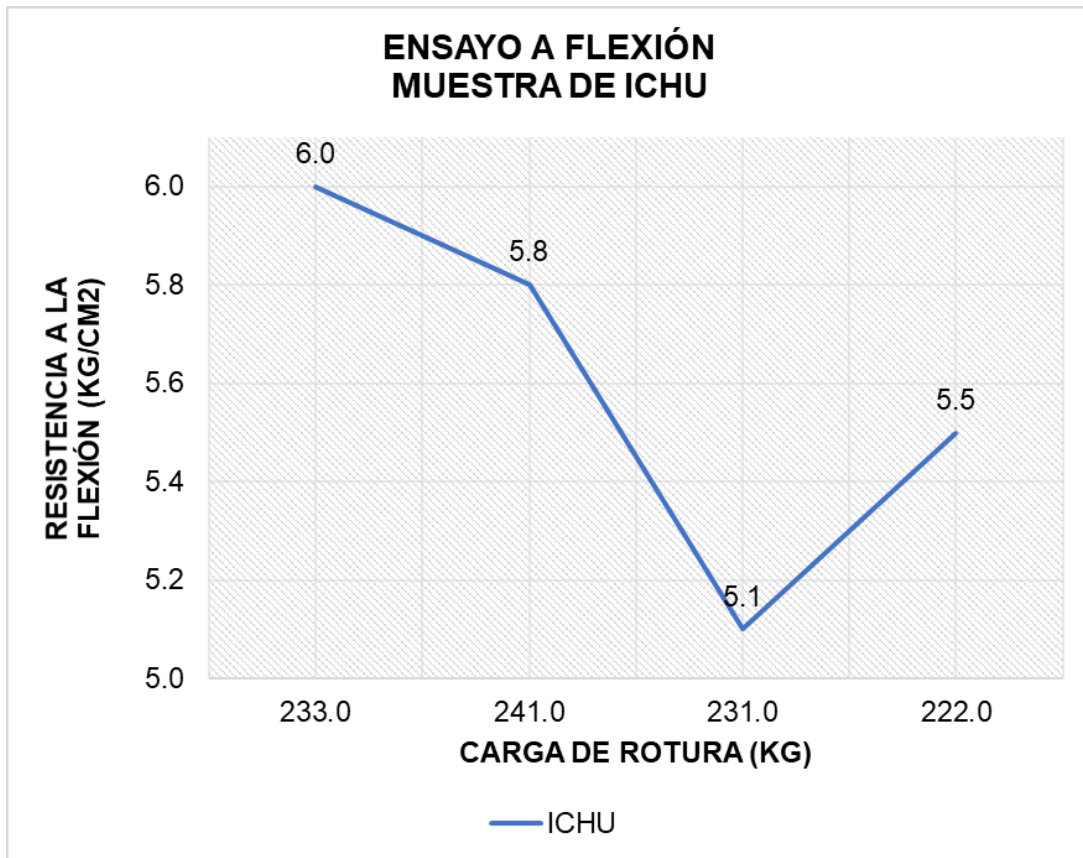
Muestras	Carga de rotura (kg)	Área bruta (cm ²)	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)
Paja de ichu-1	233.00	400.20	6.00
Paja de ichu-2	241.00	400.20	5.80
Paja de ichu-3	231.00	410.20	5.10
Paja de ichu-4	222.00	397.40	5.50
Paja de ichu-5	220.00	403.20	5.30

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se grafica la resistencia a flexión vs la carga obtenida con paja de ichu, evidenciando que la primera muestra presenta una influencia mayor a las demás. Asimismo, se puede determinar que su variación es significativa.

Figura 25

Resistencia a flexión vs carga de adobes con paja de ichu.



Nota. Resistencia a flexión vs carga de adobe con paja de ichu. Fuente. Elaboración propia.

4.4. Resultados de adobe con paja de trigo

4.4.1. Resistencia a la compresión de adobe con paja de trigo

Las muestras de adobe con paja de ichu fueron también ensayadas a compresión al haber cumplido los 28 días de edad, seleccionando 4 muestras de estudio para su respectiva obtención de la resistencia a la compresión promedio.

A continuación, se mostrará las características generales que se realizó específicamente para los especímenes de adobe con adición de paja de trigo.

Tabla 15

Dimensiones de los adobes con paja de trigo.

Muestras	Dimensiones			Área bruta (cm ²)
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	
Paja de trigo-1	9.90	10.00	9.90	99.00
Paja de trigo-2	10.20	9.50	9.80	96.90
Paja de trigo-3	10.00	9.60	9.80	96.00
Paja de trigo-4	10.20	9.40	9.60	95.90
Paja de trigo-5	10.00	9.30	9.60	93.00

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede visualizar las unidades no presentan iguales dimensiones, debido a la fabricación artesanal de estas unidades con paja de trigo. Sin embargo, presentan una variación mínima en sus dimensiones.

A continuación, se mostrará las resistencias obtenidas a la compresión de cada unidad de adobe con adición de paja de trigo. Sin embargo, se han seleccionado solo cuatro muestras para la obtención de su resistencia a la compresión promedio, excluyendo así a la muestra de Paja de trigo-3 por presentar una resistencia ligeramente menor. De esta manera, se obtiene una resistencia a la compresión promedio de los adobes con paja de trigo de 19.80 kg/cm² cumpliendo así con la normativa existente.

Tabla 16

Resistencia a la compresión de los adobes con paja de trigo.

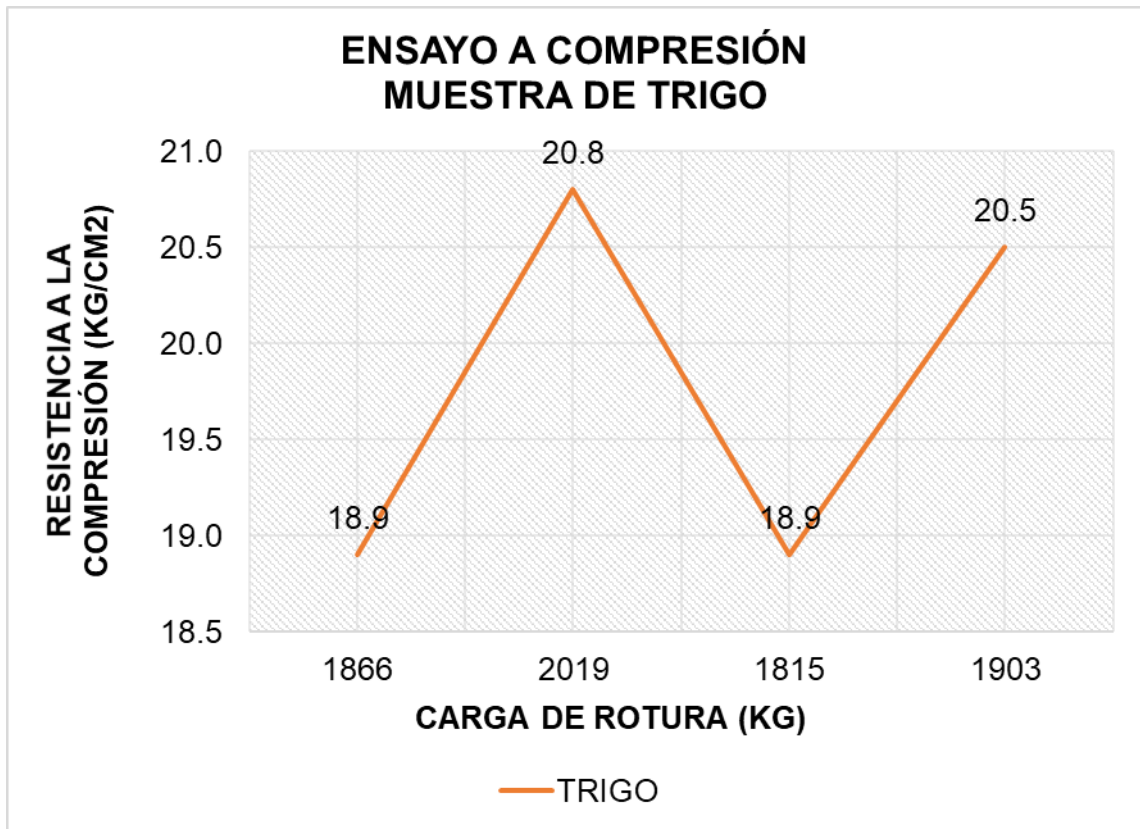
Muestras	Carga de rotura (kg)	Área bruta (cm ²)	Resistencia a la compresión(kg/cm ²)
Paja de trigo-1	1866	99.00	18.90
Paja de trigo-2	2019	96.90	20.80
Paja de trigo-3	1795	96.00	18.70
Paja de trigo-4	1815	95.90	18.90
Paja de trigo-5	1903	93.00	20.50

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se grafica la resistencia a flexión vs la carga obtenida con paja de trigo, evidenciando que la primera y cuarta muestra seleccionada presentan una influencia mucho menor a las demás. Asimismo, se puede determinar que su variación es significativa.

Figura 26

Resistencia a compresión vs carga de adobes con paja de trigo.



Nota. Resistencia a compresión vs carga de adobe con paja de trigo. Fuente. Elaboración propia.

4.4.2. Resistencia a la flexión de adobe con paja de trigo

A continuación, se mostrará las características generales que se realizó específicamente para los especímenes de adobe con adición de paja de trigo para el ensayo de resistencia a flexión.

Tabla 17

Dimensiones de los adobes con paja de trigo.

Muestras	Distancia entre apoyos	Dimensiones			Área bruta (cm ²)
		Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	
Paja de trigo-1	24.20	29.20	13.80	10.20	403.00
Paja de trigo-2	24.10	29.10	14.10	10.40	410.30

Paja de trigo-3	24.30	29.30	13.80	10.20	404.30
Paja de trigo-4	24.00	29.00	13.90	10.70	403.10
Paja de trigo-5	24.30	29.30	13.80	10.30	404.30

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede visualizar las unidades no presentan iguales dimensiones, debido a la fabricación artesanal de estas unidades. Sin embargo, presentan una variación mínima en sus dimensiones.

A continuación, se mostrará las resistencias obtenidas a la flexión de cada unidad de adobe con adición de paja de ichu.

En la siguiente tabla se logra apreciar los datos de carga, área bruta de las muestras y así su resistencia a la flexión del adobe reforzado con paja de trigo, las cuales alcanzaron un promedio de 4.10 kg/cm², al excluir la muestra de paja de trigo - 5 al presentar un valor igual a la muestra de paja de trigo-4, esta resistencia a flexión promedio obtenido cumplen con la Normativa E-080, al presentar una resistencia mayor de 0.86 kg/cm².

Tabla 18

Resistencia a la flexión de los adobes con paja de trigo.

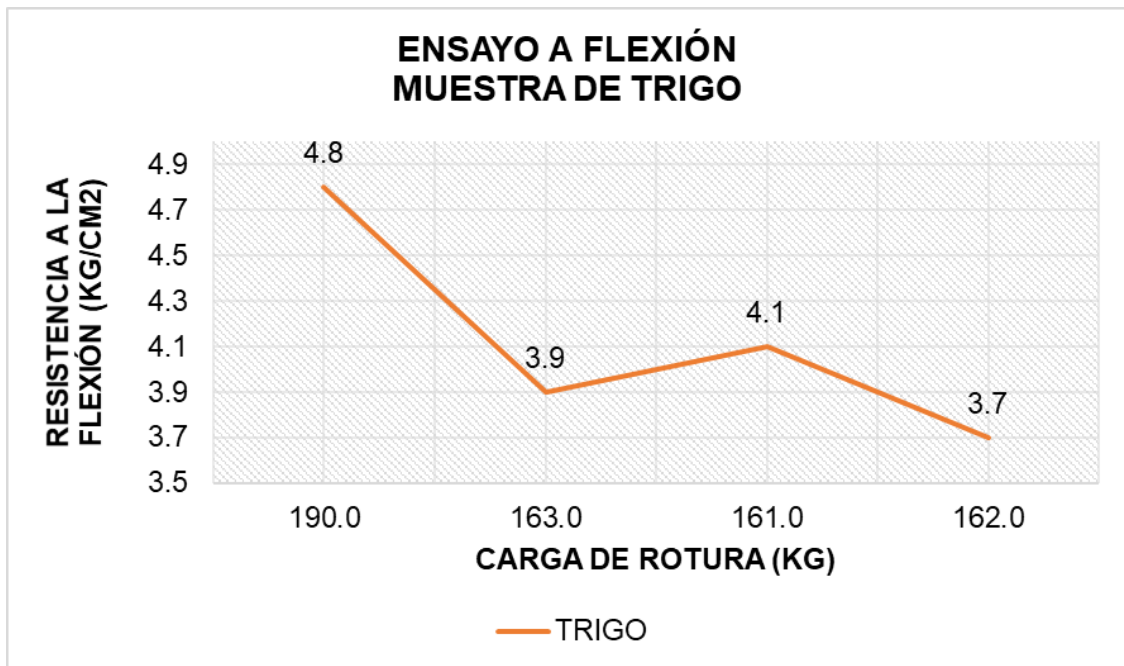
Muestras	Carga de rotura (kg)	Área bruta (cm ²)	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)
Paja de trigo-1	190.00	403.00	4.80
Paja de trigo-2	163.00	410.30	3.90
Paja de trigo-3	161.00	404.30	4.10
Paja de trigo-4	162.00	403.10	3.70
Paja de trigo-5	148.00	404.30	3.70

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se grafica la resistencia a flexión vs la carga obtenida con paja de trigo, evidenciando que la primera muestra presenta una influencia mayor a las demás que van descendiendo. Asimismo, se puede determinar que su variación es significativa específicamente entre la muestra 01 y 02.

Figura 27

Resistencia a flexión vs carga de adobes con paja de trigo.



Nota. Resistencia a flexión vs carga de adobe con paja de trigo. Fuente. Elaboración propia.

4.5. Resultados de adobe con paja de cebada

4.5.1. Resistencia a la compresión de adobe con paja de cebada

Las muestras de adobe con paja de cebada fueron también ensayadas a compresión al haber cumplido los 28 días de edad, seleccionando 4 muestras de estudio para su respectiva obtención de la resistencia a la compresión promedio.

A continuación, se mostrará las características generales que se realizó específicamente para los especímenes de adobe con adición de paja de cebada.

Tabla 19*Dimensiones de los adobes con paja de cebada.*

Muestras	Dimensiones			Área bruta (cm ²)
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	
Paja de cebada-1	9.40	10.00	9.30	94.00
Paja de cebada-2	9.40	9.50	10.20	89.30
Paja de cebada-3	9.90	10.00	9.70	99.00
Paja de cebada-4	10.00	10.10	9.60	101.00
Paja de cebada-5	9.90	9.90	10.00	98.00

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede visualizar las unidades no presentan iguales dimensiones, debido a la fabricación artesanal de estas unidades con paja de cebada. Sin embargo, presentan una variación mínima en sus dimensiones.

A continuación, se mostrará las resistencias obtenidas a la compresión de cada unidad de adobe con adición de paja de cebada. Sin embargo, se han seleccionado solo cuatro muestras para la obtención de su resistencia a la compresión promedio, excluyendo así a la muestra de Paja de cebada-5 por presentar una resistencia similar a la muestra de paja de cebada-3. De esta manera, se obtiene una resistencia a la compresión promedio de los adobes con paja de trigo de 18.40 kg/cm² cumpliendo así con la normativa exigente Norma E.080.

Tabla 20

Resistencia a la compresión de los adobes con paja de cebada.

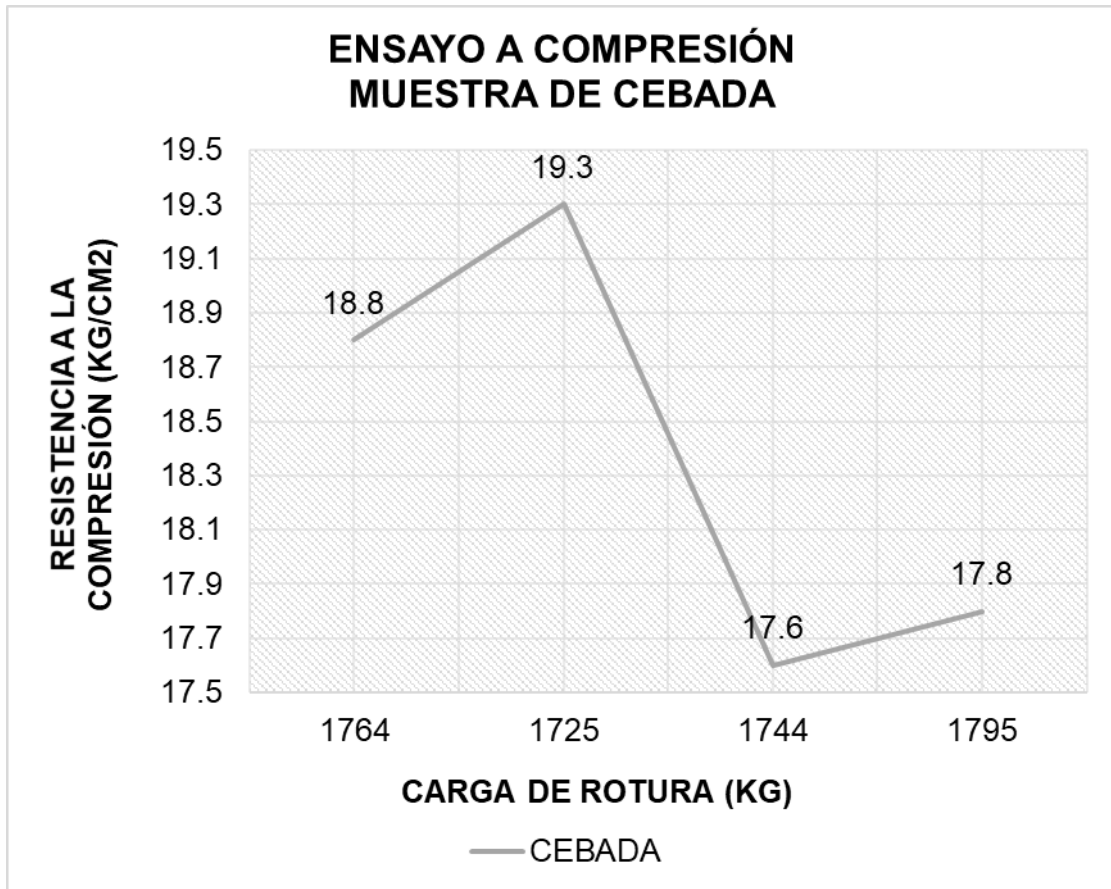
Muestras	Carga de rotura (kg)	Área bruta (cm ²)	Resistencia a la compresión(kg/cm ²)
Paja de cebada-1	1764	94.00	18.80
Paja de cebada-2	1725	89.30	19.30
Paja de cebada-3	1744	99.00	17.60
Paja de cebada-4	1795	101.00	17.80
Paja de cebada-5	1723	98.00	17.60

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se grafica la resistencia a flexión vs la carga obtenida con paja de cebada, evidenciando variaciones significativas de su influencia de cada muestra de estudio, comenzando con una influencia ascendente y a partir de la segunda muestra descendente.

Figura 28

Resistencia a compresión vs carga de adobes con paja de cebada.



Nota. Resistencia a compresión vs carga de adobe con paja de cebada. Fuente. Elaboración propia.

4.5.2. Resistencia a la flexión de adobe con paja de cebada

A continuación, se mostrará las características generales que se realizó específicamente para los especímenes de adobe con adición de paja de cebada para el ensayo de resistencia a flexión.

Tabla 21

Dimensiones de los adobes con paja de cebada.

Muestras	Distancia entre apoyos	Dimensiones			Área bruta (cm ²)
		Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	
Paja de cebada-1	24.00	29.00	14.00	10.10	406.00
Paja de cebada-2	23.90	28.90	14.00	9.90	404.60
Paja de cebada-3	24.20	29.20	14.00	10.00	408.80
Paja de cebada-4	24.70	29.70	14.20	10.30	421.70
Paja de cebada-5	24.00	29.00	14.00	10.30	406.00

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede visualizar las unidades no presentan iguales dimensiones, debido a la fabricación artesanal de estas unidades. Sin embargo, presentan una variación mínima en sus dimensiones.

A continuación, se mostrará las resistencias obtenidas a la flexión de cada unidad de adobe con adición de paja de ichu.

En la siguiente tabla se logra apreciar los datos de carga, área bruta de las muestras y así su resistencia a la flexión del adobe reforzado con paja de cebada, las cuales alcanzaron un promedio de 4.00 kg/cm², al excluir la muestra de paja de cebada- 1 al presentar una resistencia menor e igual a la muestra paja de cebada-4, al tratarse de una resistencia promedio mayor a 0.86 kg/cm², se determina que se encuentra dentro de los parámetros normativos de la E.080.

Tabla 22

Resistencia a la flexión de los adobes con paja de cebada.

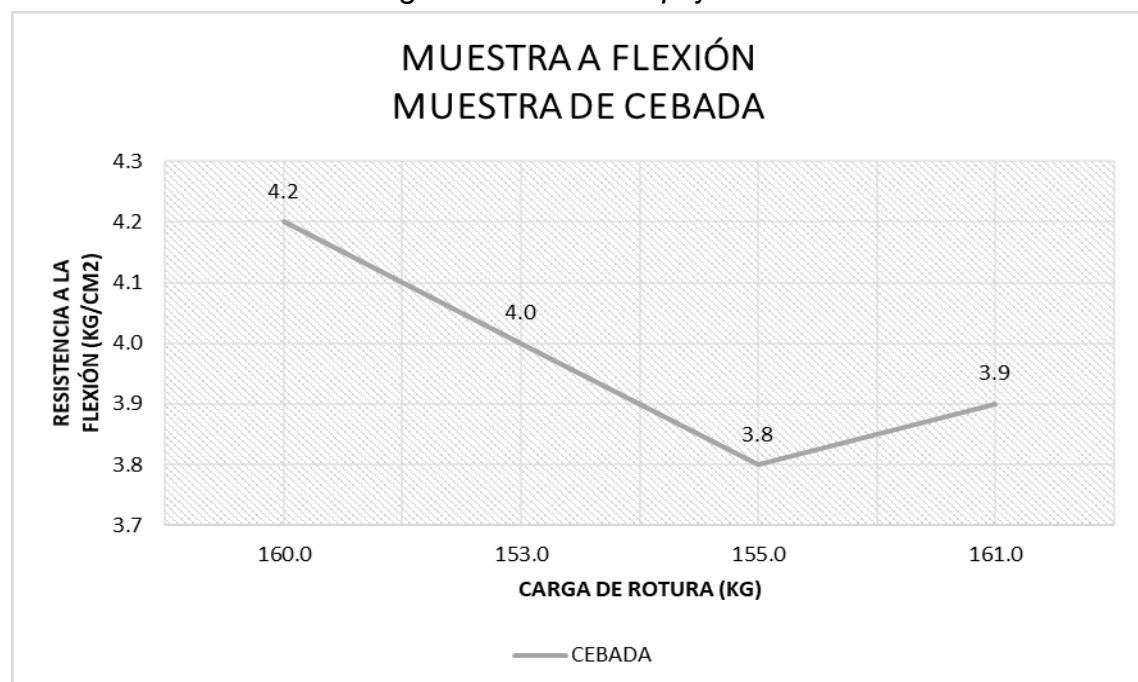
Muestras	Carga de rotura (kg)	Área bruta (cm ²)	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)
Paja de cebada-1	149.00	406.00	3.80
Paja de cebada-2	160.00	404.60	4.20
Paja de cebada-3	153.00	408.80	4.00
Paja de cebada-4	155.00	421.70	3.80
Paja de cebada-5	161.00	406.00	3.90

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se grafica la resistencia a flexión vs la carga obtenida con paja de cebada, evidenciando una influencia mínima, la cual no es significativa, por presentar una variación de ± 0.20 .

Figura 29

Resistencia a flexión vs carga de adobes con paja de cebada.



Nota. Resistencia a flexión vs carga de adobe con paja de cebada. Fuente. Elaboración propia.

4.6. Resultados de resistencias promedio de las muestras

4.6.1. Resistencias de las muestras de adobe a compresión

A continuación, se puede visualizar las resistencias promedio a la compresión obtenidas de las muestras de adobe modificado con la incorporación de paja de ichu, paja de trigo y paja de cebada, obteniendo así una resistencia a la compresión promedio de 25.10 kg/cm², 19.80 kg/cm² y 19.40 kg/cm², respectivamente.

Tabla 23

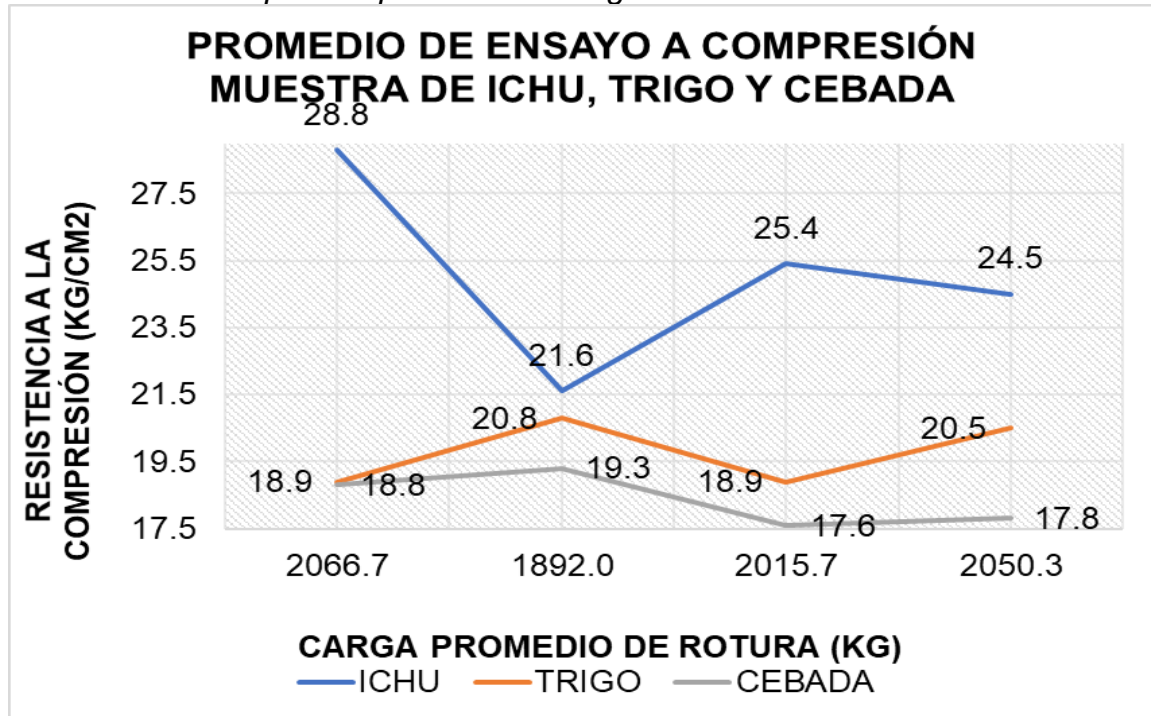
Resistencia compresión promedio de las unidades de adobe modificado.

Muestras	Carga de rotura (kg)	Área bruta (cm ²)	Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²)
Paja de ichu	2066.70	25.10	25.10
Paja de trigo	1892.00	19.8	19.80
Paja de cebada	2015.70	18.4	19.40

Fuente: Elaboración propia.

Figura 30

Resistencia a compresión promedio vs carga de adobes modificado.



Nota. Resistencia a compresión promedio vs carga de los adobes modificado. Fuente. Elaboración propia.

En la gráfica anterior, se evidencia y se logra apreciar las diversas variaciones que han presentado las muestras de adobe reforzado que han sido sometidos a compresión, comparando que cada dosificación de paja cuenta con un comportamiento distinto, resaltando así los adobes con paja de ichu al evidenciar un comportamiento a la compresión mayor, por ende, más óptimo.

4.6.2. Resistencias de las muestras de adobe a flexión

A continuación, se puede visualizar las resistencias promedio a la flexión obtenidas de las muestras de adobe modificado con la incorporación de paja de ichu, paja de trigo y paja de cebada, obteniendo así una resistencia a la compresión promedio de 5.60 kg/cm², 4.10 kg/cm² y 4.00 kg/cm², respectivamente.

Tabla 24

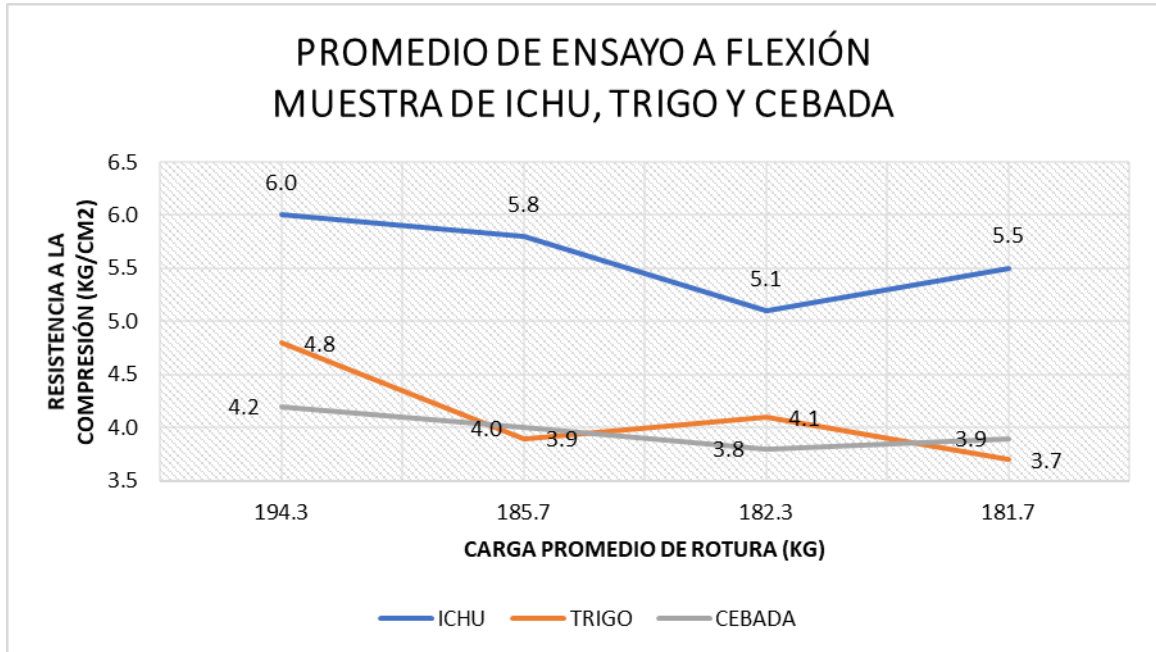
Resistencia flexión promedio de las unidades de adobe modificado.

Muestras	Carga de rotura (kg)	Área bruta (cm ²)	Resistencia a la flexión promedio (kg/cm ²)
Paja de ichu	194.30	402.00	5.60
Paja de trigo	185.70	405.20	4.10
Paja de cebada	182.30	410.30	4.00

Fuente: Elaboración propia.

Figura 31

Resistencia a flexión promedio vs carga de adobes modificado.



Nota. Resistencia a flexión promedio vs carga de los adobes modificado. Fuente. Elaboración propia.

En la figura anterior, se evidencia y se logra apreciar las diversas variaciones que han presentado las muestras de adobe reforzado que han sido sometidos a flexión, comparando que cada dosificación de paja cuenta con un comportamiento distinto, resaltando así los adobes con paja de ichu al evidenciar un comportamiento a la flexión mayor, por ende, más óptimo. Mientras que, las muestras con paja de trigo y paja de cebada presentan resistencias con una variación más mínima. Sin embargo, las tres opciones de refuerzo cumplen con la normativa, siendo adecuadas para la construcción.

V. DISCUSIÓN

La presente investigación ha realizado el ensayo a compresión a las muestras de adobe con adición de paja de ichu, paja de trigo y paja de cebada obtuvieron resistencias a la compresión promedio de 25.10 kg/cm², 19.80 kg/cm² y 18.40 kg/cm², respectivamente.

Al igual, que, en la investigación de Aliaga y Gonzáles (2020), quienes realizaron el estudio de unidades de adobe con la adición de paja con una proporción de 60% de finos, 15% arena, 15% de agua y 10% de paja, alcanzaron resistencias a la compresión promedio de 13.53 kg/cm², evidenciando así el cumplimiento de la normativa E.080, sin embargo, no existió una mejora significativa al refuerzo incorporado.

Flores (2019), en su investigación, realizó el estudio de muestras de adobe patrón y muestras de adobe con paja en un 10%, 15% y 20% de gel de sábila, sustituyendo así al agua, evidenciando una mejora significativa en su resistencia a la compresión, al obtener una resistencia en el adobe patrón un valor de 51.12 kg/cm² y en las muestras reforzadas, los siguientes valores de 51.29 kg/cm², 64.28 kg/cm² y 64.61 kg/cm² respectivamente. De esta manera, se logra evidenciar que la muestra con adición de 20% de gel de sábila se consideró la muestra más óptima de adición ante esfuerzos a compresión.

En la investigación de Nieto y Tello (2019), se realizó el estudio de unidades de adobe con adición de mucílago de penca de tuna a esfuerzos de compresión, resaltaron aquellas adiciones de 18% y 20.50% por obtener resistencias mayores de 25.20 kg/cm² y 23.30 kg/cm² respectivamente. Mientras que, para la dosificación de 11.3% de mucílago obtuvo un valor de 19.91 kg/cm².

Asimismo, Romero y Callasi (2017), afirman que, en los ensayos a compresión, sus muestras de estudio de adobe reforzado con asfalto a un 5% obtuvo una resistencia mayor en un 52.35% frente al adobe convencional. Mientras que aquella dosificación de 10%, obtuvo una resistencia mayor de 81.15%. Sus muestras de estudio, obtuvieron las siguientes resistencias a la compresión promedio 9.76 Kg/cm², 14.87 Kg/cm² y 17.67 Kg/cm² respectivamente.

Rodríguez (2019) mediante el estudio de las unidades de adobe reforzado con 2% de fibras de maguey, obtuvo en su ensayo a compresión de sus unidades de estudio, un valor mínimo en cuanto a su resistencia superando en un 21.83% y 23.25% la normativa existente. Asimismo, esta investigación también brindó aportes de gran relevancia, en la resistencia a la compresión axial en sus pilas de adobe reforzado con un mortero tipo III, obteniendo un esfuerzo admisible de 3.219 kg/cm² que es mayor a 2 kg/cm² según normativa, mientras que, en las muestras de adobe sin adición, obtuvo un valor de esfuerzo admisibles de 2.515 kg/cm².

En la investigación de Briones y Estrada (2018), en su estudio, realizó su ensayo a compresión a su adobe patrón obteniendo una resistencia de 21.03 kg/cm² superando el valor mínimo que exige la normativa existente E.080, mientras que, los bloques de adobe reforzado con paja de arroz con una dosificación del 5% y 10% de adición, superaron su resistencia a compresión en un 15.34% y 0.30% respectivamente frente a la muestra de adobe patrón. Mientras que, a la adición de adobe con fibra de trigo, en porcentajes de 5%, 10% y 15%, obtuvieron resistencias mayores en un 20.27%, 10.76% y 2.20% respectivamente a la muestra patrón. Finalmente, con paja de ichu, una diferencia de 47.02%, 33.48% y 17.79% respectivamente.

Según Bolaños (2016), sus unidades de adobe reforzado con goma de tuna en un ante esfuerzos de compresión y flexión, evidenció una mejora significativa en un 43% y 42% respectivamente en ambos esfuerzos. Sus bloques de adobe fueron adobe patrón, adobe con 5%, 10% y 15% de adición obteniendo así valores de compresión de 19.19 kg, 21.90 kg/cm², 25.27 kg/cm² y 27.56 kg/cm² respectivamente.

En la investigación de Altamirano (2019), obtuvo un valor en su resistencia última del adobe convencional sin adición de 13.90 kg/cm², mientras que en sus muestras de adobe reforzado con adición en un 0.40%, 0.80% y 1.20% de adición, obtuvieron los siguientes esfuerzos a flexión de 14.28 Kg/cm², 14.57 Kg/cm² y 12.89 Kg/cm² respectivamente para cada muestra adicionada.

Mientras que, Torres (2016) brindó una propuesta distinta mediante la adición de refuerzo de fibras naturales como hilos de 1cm de lado y 1cm² de área, en un muro,

la cual, mediante un análisis para cada muro, obtuvo esfuerzos máximos que sobrepasaron al valor de un adobe, con una resistencia límite de 2kg/cm^2 . De esta manera, determinó que el esfuerzo resistencia resultó ser mayor a los esfuerzos actuantes, por lo que, esta malla logró cubrir los esfuerzos de corte incluso en el mismo rango inelástico y esfuerzos de flexión fuera del plano (tracción).

La presente investigación ha realizado el ensayo a flexión a las muestras de adobe con adición de paja de ichu, paja de trigo y paja de cebada obtuvieron resistencias a la flexión promedio de 5.60 kg/cm^2 , 4.10 kg/cm^2 y 4.00 kg/cm^2 , respectivamente.

Flores (2019), en su investigación, realizó el ensayo a flexión de las muestras de adobe patrón y muestras de adobe con paja en un 10%, 15% y 20% de gel de sábila, obteniendo resistencias de 3.91 kg/cm^2 , 3.87 kg/cm^2 , 4.90 kg/cm^2 y 5.58 kg/cm^2 respectivamente, obteniendo como dosificación más óptima a la adición del 20% de gel de sábila.

En la investigación de Nieto y Tello (2019), en las muestras de estudio ensayadas a flexión, se obtuvieron adobes estabilizados que incrementaron su módulo de rotura en 0.17%, la máxima dosificación de 20.50% de mucílago de penca de tuna con un valor de 17.62 kg/cm^2 , mientras que, para la dosificación de 18%, obtuvo una resistencia de 17.61 kg/cm^2 y para la dosificación menor con adición de 8.5% de mucílago, logró obtener un valor de 17.59 kg/cm^2 . De esta manera, se puede evidenciar una dosificación más óptima con la adición de 20.50% de mucílago de penca de tuna.

Según Bolaños (2016), realizó el ensayo a flexión de sus muestras de estudio, obteniendo así un módulo de rotura para la muestra de adobe patrón de 4.77 kg/cm^2 y con porcentajes de 5%, 10% y 15% presenta valores de 6.47kg/cm^2 , 6.81 kg/cm^2 , 6.11 kg/cm^2 respectivamente.

Finalmente, Altamirano (2019), obtuvo en su muestra de adobe sin paja una resistencia a flexión de 3.60 Kg/cm^2 y de los adobes con paja en un 0.40%, 0.80% y 1.20% de adición, obtuvieron los siguientes esfuerzos a flexión de 4.09 Kg/cm^2 , 4.50 Kg/cm^2 y 5.70 Kg/cm^2 respectivamente.

Asimismo, en las investigaciones internacionales, se realiza el desarrollo de artículos de revisión, la cual comprende información relevante de investigaciones

de importancia, obteniendo así, en la investigación de Dormohamadia & Rahimniab (2020), una resistencia mayor en los adobes sin hornear, evidenciando así una relación directa entre su compactación y su comportamiento mecánico, presentando un incremento del 79.43% en su resistencia a la compresión y en su resistencia a la flexión, un incremento de un 75.00%.

En la investigación de Nasrollahzadeh & Zare (2020), obtuvo que la incorporación de materiales poliméricos al ser un material de bajo costo resultan ser una propuesta optima como refuerzo en adobe, usándose como correas, obteniendo así un material altamente eficiente en mejoras de su resistencia a la compresión.

Finalmente, analizando su pre-compresión, que se considera de mayor impacto a nivel internacional, Mirjalili, Eslami & Morshed (2020), realizó su estudio ante diversas cargas axiales de pre-compresión de 12 paneles de adobe, obteniendo así tensiones verticales de 0,1, 0,3, 0,5 y 0,7 MPa. Mientras que, Meybodan, Eslami & Morshed (2020), obtuvo valores de esfuerzo de precompresión vertical constante de 0.3 Mpa en 10 paneles de adobe con dimensiones en largo de 1000 mm, alto de 900mm y espesor de 200mm.

VI. CONCLUSIONES

- La presente investigación logró concluir que al realizar la adición de unidades de adobe con dosificaciones de paja de ichu, paja de trigo y paja cebada se evidencia una resistencia a compresión y flexión que cumplen con la Norma E.080, para ser utilizadas como material de construcción. Sin embargo, existen diferencias de cada muestra de adición, finalmente se puede determinar, que las unidades de adobe con adición de paja de ichu obtuvo mejores resistencias, por ende se evidencia un mejor comportamiento mecánico, tanto a esfuerzos a compresión como a flexión, de esta manera se concluye que la influencia de la adición de paja de ichu, trigo y cebada sigue siendo óptima para su uso, pero en caso de requerir la mezcla más eficiente para construcción, se considera la adición de paja de ichu.

- Se concluyó que, la adición de paja de ichu influye significativamente en el comportamiento mecánico del adobe reforzado, al presentar una resistencia a compresión promedio de 25.10 kg/cm² y una resistencia a flexión promedio de 5.60

- Se concluyó que, la adición de paja de trigo influye significativamente en el comportamiento mecánico del adobe reforzado, al presentar una resistencia a compresión promedio de 19.80 kg/cm² y una resistencia a flexión promedio de 4.10 kg/cm², cumpliendo los parámetros establecidos en la norma E-080.kg/cm², cumpliendo los parámetros establecidos en la norma E-080.

- Se concluyó que, la adición de paja de cebada influye significativamente en el comportamiento mecánico del adobe reforzado, al presentar una resistencia a compresión promedio de 18.40 kg/cm² y una resistencia a flexión promedio de 4.00 kg/cm², cumpliendo los parámetros establecidos en la norma E-080.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que, al hacer empleo de las técnicas de adobe reforzado en su fabricación de estas unidades según normativa existente y vigente, se cree importante, que así pueden ser utilizadas por población de escasos recursos para la construcción de sus viviendas más resistentes en zonas rurales y comunidades cercanas a la localidad de Lucanas- Ayacucho, convirtiéndose en un material modificado con buenas características económicas, sociales y amigables con nuestro medio ambiente, permitiendo así minimizar daños ante cualquier fenómeno natural.

- Se recomienda utilizar la paja de ichu en la elaboración de adobe ya que nos brinda mejores condiciones de resistencia a esfuerzos mecánicos, los cuales han sido determinado mediante un ensayo de laboratorio. Y por su disponibilidad y acceso durante el año, se sugiere informar e instruir a los pobladores de las localidades en estudio, para brindar toda la información necesaria que ellos necesitan para la construcción de sus viviendas de manera adecuada.

- Se recomienda utilizar la paja de trigo para la elaboración del adobe en localidades ubicadas a una altitud de 3000 – 3200 msnm donde no se cuenta con fácil acceso la paja de ichu y cebada

- Se recomienda utilizar la paja de cebada para la elaboración del adobe en localidades ubicadas a una altitud máxima de 3800 msnm donde no se cuenta con fácil acceso la paja de trigo y ichu.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, E., & Quezada, R. (2017). *Caracterización física y mecánica del adobe en el Cantón de Cuenca*. Universidad de Cuenca. Cuenca: UC.
- Alfaro, C. (2019). *Adobe estabilizado mediante el empleo de fibras sintéticas de polipropileno, Tunanmarca- Jauja*. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo: UNCP.
- Aliaga, S., & Gónzales, E. (2020). *Propuesta de mallas de fibras de maguey para mejorar la resistencia de muros de adobe en el distrito de Colcabamba-Huancavelica*. Universidad Privada de Ciencias Aplicadas. Lima: UPC. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/651586/Aliaga_CS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Altamirano, O. (2019). *Incidencia de la fibra vegetal "paja de ichu" en la resistencia mecánica del adobe en el distrito de Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca: UNC.
- Babé, C., Kaoga, D., Tom, A., Ngono, R., Belinga, R., & Djongyang, N. (2020). Thermomechanical characterization and durability of adobes reinforced with millet waste fibers (sorghum bicolor). *Case Studies in Construction Materials*, 13(1). doi:<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00422>
- Bolaños, J. (2016). *Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna*. Universidad Privada del Norte. Cajamarca: UPN. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10482/Bola%20Rodr%20adguez%20Juan.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Briones, T., & Estrada, W. (2018). *Compresión axial del adobe compactado con fibras de paja ichu, paja de arroz y paja de trigo*. Universidad Privada del Norte. Cajamarca: UPN. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14070/Briones%20Chuquil%20adn%20Tito%20Jhony%20-%20Estrada%20Zelada%20Wilmer.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Castellanos, O. d. (2010). *Prueba de Comprensión de las probetas de mortero de barro*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1996/TESIS-VARIACION%20DE%20LAS%20PROPIEDADES%20FISICO%20MECANICAS%20DEL%20ADOBE%20AL%20INCORPORAR%20VIRUTA%20Y%20CAUCHO-.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chuya, E., & Ayala, M. (2018). *Comparación de parámetros mecánicos y físico del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de vidrio*. Universidad de Cuenca. Cuenca: UC.
- Dormohamadia, M., & Rahimniab, R. (2020). Combined effect of compaction and clay content on the mechanical properties of adobe brick. *Case Studies in Construction Materials*, 13. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00402>
- Flores, C. (2019). *Evaluación de la resistencia a la compresión, flexión e inmersión al agua del adobe estabilizado con gel de sábila*. Universidad César Vallejo. Lima: UCV.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2017). *Metodología de la investigación*. México: McGrawHill Education. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Holgino, A., Olivera, L., & Escobar, K. (2018). Confort térmico en una habitación de adobe con sistema de almacenamiento de calor en los andes del Perú. *Revista Investigación Altoandina*, 20(3). doi:<http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.394>
- Ige, O., & Danso, H. (2021). Physico-mechanical and thermal gravimetric analysis of adobe masonry units reinforced with plantain pseudo-stem fibres for sustainable construction. *Construction and Building Materials*, 273(1). doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121686>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Población y vivienda*. INEI. Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/poblacion-y-vivienda/>

- Meybodan, H., Eslami, A., & Morshed, R. (2020). Sustainable lateral strengthening of traditional adobe walls using natural reinforcements. *Construction and Building Materials*.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (07 de abril de 2017). Norma E.080 Diseño y Construcción con tierra reforzada. *El Peruano*, pág. 24. Obtenido de https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/E_080.pdf
- Mirabi, H., Banadakia, Eslamia, & Ronagh, H. (2020). Near-surface-mounted retrofitting of damaged/undamaged adobe walls using steel bars: Analytical evaluation of experimental results. *Structures*, 28, 2111-2121.
- Mirjalili, A., Eslami, A., & Morshed, R. (2020). Experimental investigation into the effect of vertical loading on in-plane cyclic behavior of adobe walls. *Construction and Building Materials*, 264(20). doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120706>
- Montoya, J. (2017). *Construcción con tierra, revisión y sustento de los ensayos de campo: presencia de arcilla o resistencia seca- control de fisuración con arena gruesa*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima: PUCP. Obtenido de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/8679/MONTOYA_ROBLES_JOSE_TESIS_CONSTRUCCION_TIERRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Nasrollahzadeh, K., & Zare, M. (2020). Experimental investigation on axially loaded adobe masonry columns confined by polymeric straps. *Construction and Building Materials*, 262(30). doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119895>
- Nieto, L., & Tello, E. (2019). *Adobe estabilizado con mucílago de penca de tuna, resistentes al contacto con el agua para la construcción de viviendas populares empleados en la sierra del Perú*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima: UPC. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628256/Nieto_PL.pdf?sequence=3&isAllowed=y

- Orta, B., Adell, J., Bustamante, R., & Martínez, S. (2016). Sistema de autoconstrucción sismorresistente: características. *Informes de la Construcción*, 68(542), 82-92.
- Ramakrishnana, S., Loganayagan, S., Kowshikaa, G., Ramprakasha, C., & Aruneshwarana, M. (2021). Adobe blocks reinforced with natural fibres: A review. *Materials Today Proceedings*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.377>
- Rodríguez, J. (2019). *Resistencia del adobe cuyas unidades han sido reforzadas al 2% con fibra de maguey-centro poblado de Pongor Huaraz*. Universidad San Pedro. Huaraz: USP. Obtenido de http://www.repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/10404/Tesis_59831.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rodríguez, J., Ma, Q., & Solís, M. (2020). Experimental analysis of diagonal compression and splitting tests for the characterization of shear and tensile behavior of adobe masonry. *Engineering Structures*, 215. doi:<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110633>
- Romero, V., & Callasi, C. (2017). *Estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto*. Universidad Andina de Cusco. Cusco: UAC.
- Sadeghia, N., Oliveira, D., Silva, R., Mendes, N., Correia, M., & Bondarabadi, H. (2021). Experimental characterization of adobe vaults strengthened with a TRM-based compatible composite. *Construction and Building Materials*, 271(15), 121-568. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121568>
- Savarya, M., Mehdizadeh, F., Shayganmanesh, M., Tahmasebiboldaji, N., & SadatKazemib, A. (2020). Improving the adobe material properties by laser material processing. *Construction and Building Materials*, 249(20). doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118591>
- Torres, R. (2016). *Las fibras naturales como refuerzo sísmico en las edificaciones de viviendas de adobe en la Costa del departamento de Ica*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Obtenido de

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2486/N10-T6-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Umán, S. (2019). *Estrategias de climatización pasiva y confort térmico en la vivienda de adobe en la zona rural de Anta - Cusco, 2017*. Universidad Ricardo Palma. Lima: URP. Obtenido de https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2860/ARQ_T030_72945971_M%20%20%20UM%C3%81N%20JUAREZ%20STEVE%20JASON.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Zhang, J.-F., Pang, S.-Y., Wen Gao, J., Feng Deng, E., Wang, H., & Jie Zhao, J. (2020). Experimental study on seismic behaviour of adobe wall reinforced with cold-formed thin-walled steel. *Thin-Walled Structures*, 147. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tws.2019.106493>

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 25

Matriz de consistencia.

TITULO: “Análisis Comparativo del Adobe Reforzado con Paja de Ichu, Trigo y Cebada Sometidos a Esfuerzos Mecánicos en Lucanas- Lucanas- Ayacucho”							
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	Variable independiente: Adobe reforzado con paja de ichu, paja de trigo y paja de cebada.	Dosificación	Adición de paja de ichu en proporción 1:2	Experimento Aplicando la dosificación de paja en proporción	Método: (Científico) Tipo: (Aplicada) Nivel: (Explicativa) Diseño: (Cuasi Experimental) Enfoque: (Cuantitativa) Población: (todas las unidades de adobe en la región de Ayacucho) Muestra: (30 unidades de adobe reforzado con paja de ichu, trigo y cebada en el distrito de Lucanas – Lucanas - Ayacucho) Técnica: (Observación, ensayo de laboratorio y análisis) Instrumentos: (Ficha de observación, formatos del laboratorio y ficha bibliográfica)
¿De qué manera se puede obtener el adobe reforzado más óptimo entre el adobe con adición de paja de ichu, adobe con paja de trigo y el adobe con paja de cebada en Lucanas- Lucanas- Ayacucho?	Comparar el adobe reforzado con paja de ichu, adobe con paja de trigo y el adobe con paja de cebada para determinar el más óptimo en Lucanas- Lucanas- Ayacucho.	El estudio comparativo permite determinar el adobe reforzado más óptimo entre el adobe con paja de ichu, adobe con paja de trigo y el adobe con paja de cebada en Lucanas- Lucanas- Ayacucho.			Adición de paja de trigo en proporción 1:2		
					Adición de paja de cebada en proporción 1:2		
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	Variable dependiente: Esfuerzos mecánicos.	Esfuerzos mecánicos del adobe reforzado	Resistencia a la compresión	Ensayo a la compresión del adobe reforzado	
i) ¿De qué manera influye la incorporación de paja de ichu en el comportamiento del adobe reforzado?	i) Determinar la manera que influye la incorporación de paja de ichu en el comportamiento del adobe reforzado	i) La incorporación de paja de ichu influye en el aumento de la resistencia de manera significativa del adobe reforzado					
ii) ¿De qué manera influye la incorporación de paja de trigo en el comportamiento del adobe reforzado?	ii) Determinar la manera que influye la incorporación de paja de trigo en el comportamiento del adobe reforzado	ii) La incorporación de paja de trigo influye en el aumento de la resistencia de manera significativa del adobe reforzado					
iii) ¿De qué manera influye la incorporación de paja de cebada en el comportamiento del adobe reforzado?	iii) Determinar la manera que influye la incorporación de paja de cebada en el comportamiento del adobe reforzado	iii) La incorporación de paja de cebada influye en el aumento de la resistencia de manera significativa del adobe reforzado			Resistencia a la flexión	Ensayo a la flexión del adobe reforzado	

Nota: Esta tabla muestra la matriz que conforma la formulación de problemas, hipótesis, objetivos, variables, dimensiones, indicadores y la metodología proyectada para esta investigación.

ANEXO 02: ACTA DE CONFORMIDAD

Acta de conformidad de elaboración de tesis.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CONFORMIDAD: ELABORACION DE TESIS

ING. CARLOS VILLEGAS MARTINEZ RESPONSABLE DEL LABORATORIO N° 01 DE ENSAYO DE LOS MATERIALES DE LA FACLTAD INGENIERIA CIVIL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Yo MAG. AREVALO VIDAL SAMIR AUGUSTO identificado con N° DNI 46000342 en mi carácter de ASESOR DE TESIS de la Universidad Cesar Vallejo me dirijo ante usted y expongo.

Por medio de la presente se hace constar que los Sres. Tesistas, JOSE LUIS VARGAS ESPINOZA identificado con N° DNI 45764525, LENIN FLORENCIO RIOS POMA identificado con N° DNI 70252251, vienen realizando la elaboración de su tesis cuyo título, "Análisis Comparativo del Adobe Reforzado con Paja de Ichu, Trigo y Cebada Sometidos a Esfuerzos Mecánicos en Lucanas- Lucanas- Ayacucho" en la línea de investigación. Diseño Sísmico y Estructural, para titularse como Ingeniero Civil.

Atentamente:

**MAG. ARÉVALO VIDAL SAMIR
AUGUSTO**

Lima 17 de mayo de 2021

ANEXO 03: DOCUMENTOS DE LABORATORIO

Documento de Laboratorio 1. Cotización de los ensayos

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carerra de Ingeniería Civil Acreditada por

Propuesta Técnico-Económica N° 136 - 2021 / LEM-FIC-UNI UNI, lunes, 17 de mayo de 2021

ATENCIÓN: **LENIN RIOS POMA**

Presente.- Asunto: Propuesta técnico-económica para ensayos de laboratorio.

De mi consideración:

Es grato dirigirme a Ud. para saludarlo y asimismo hacerle llegar nuestra propuesta técnico-económica referente a los siguientes servicios solicitados:

1. SERVICIOS SOLICITADOS Y COSTOS:

Item	Descripción del ensayo / Servicio	Cantidad de muestras	Precio Normal (S/.)	Costo Unitario (Tesis) (S/.)	Total (S/.)
1	NTP 399.613 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Compresión en Unidades de albañilería.	18	40.00	28.00	504.00
2	NTP 399.613 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Módulo de rotura en Unidades de Albañilería (Fijación).	18	50.00	35.00	630.00
				SUB TOTAL	1134.00
				I.G.V. (18%)	204.12
				COSTO TOTAL	1338.12
Banco Scotiabank N°000-2109263 CCI: 009-214-000002109263-80 (88% del costo total).					1177.55
Monto de Detracción (12% del costo total), depositar a la cuenta corriente N° 0000-513431 del Banco de la Nación, cuando el costo total supera Cuando el costo total supera los S/.700.00 (Setecientos nuevos soles).					160.57

NOTAS: Ver CONDICIONES GENERALES DE SERVICIO JL-DOC-09 en la página web: <http://www.lem.uni.edu.pe>

- Se debe solicitar la orden de pago, presentando esta cotización en atención al cliente para poder realizar el pago.

2. FORMA DE PAGO: 100 % por adelantado (88% cuenta UNI y 12% detracción)

3. FACILIDADES PARA EL SERVICIO: El Solicitante proporcionará lo siguiente:

- Traer la cantidad de muestras debidamente identificadas.

4. PLAZO DE ENTREGA DEL INFORME: En coordinación con el Ing. a cargo.

Atentamente,

Ing. Rafael Cachay Huamán
 Jefe (e) del Laboratorio

UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

Documento de Laboratorio 2. Resistencia a la compresión de las muestras



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carerra de Ingeniería Civil Acreditada por
ABET | Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : LENIN FLORENCIO RIOS POMA / JOSÉ LUIS VARGAS ESPINOZA
 Obra : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO REFORZADO CON PAJA DE ICHU, TRIGO Y CEBADA SOMETIDOS A ESFUERZOS MECÁNICOS EN LUCANAS - LUCANAS AYACUCHO."

Ubicación : LUCANAS - LUCANAS - AYACUCHO
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Unidades de Albañilería
 Expediente N° : 21-1122-1
 Recibo N° : 74890
 Fecha de emisión : 11/06/2021

1.0. DE LA MUESTRA : CUBOS REFORZADOS CON PAJA DE ICHU, TRIGO Y CEBADA.
 2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHU
 Certificado de calibración: CMC-049-2021
 3.0. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613:2017 y E.080
 Procedimiento interno AT-PR-09.
 4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo el 10 de Junio de 2021

MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN* (Kg/cm²)
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
PAJA DE ICHU - 1	9.5	9.4	10.2	88.3	2570	28.8
PAJA DE ICHU - 2	9.5	10.0	9.4	95.0	1927	20.3
PAJA DE ICHU - 3	9.5	9.4	9.6	89.3	1932	21.6
PAJA DE ICHU - 4	10.0	9.8	9.3	96.0	2489	25.4
PAJA DE ICHU - 5	10.2	9.5	9.6	100.0	2453	24.5
PAJA DE TRIGO - 1	9.9	10.0	9.9	99.0	1866	18.9
PAJA DE TRIGO - 2	10.2	9.5	9.8	98.9	2019	20.8
PAJA DE TRIGO - 3	10.0	9.5	9.8	96.0	1795	18.7
PAJA DE TRIGO - 4	10.2	9.4	9.6	96.9	1815	18.9
PAJA DE TRIGO - 5	10.0	9.3	9.6	93.0	1903	20.5
PAJA DE CEBADA - 1	9.4	10.0	9.3	94.0	1764	18.8
PAJA DE CEBADA - 2	9.4	9.5	10.2	89.3	1725	19.3
PAJA DE CEBADA - 3	9.9	10.0	9.7	96.0	1744	17.6
PAJA DE CEBADA - 4	10.0	10.1	9.6	101.0	1795	17.6
PAJA DE CEBADA - 5	9.9	9.9	10.0	98.0	1723	17.6

5.0. OBSERVACIONES: * La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. M. A. T. G. G.
 Técnico : Sres. E. G. G. - C. G. G.




Ing. Rafael Cachay Huamán
 Jefe (e) del Laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar este informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Documento de Laboratorio 3. Resistencia a la flexión de las muestras



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carretera de Ingeniería Civil Acreditada por
 Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : LENIN FLORENCIO RIOS POMA / JOSÉ LUIS VARGAS ESPINOZA
 Obra : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO REFORZADO CON PAJA DE ICHU, TRIGO Y CEBADA SOMETIDOS A ESFUERZOS MECÁNICOS EN LUCANAS - LUCANAS AYACUCHO."

Ubicación : LUCANAS - LUCANAS - AYACUCHO
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Flexión (Módulo de Rotura) en Unidades de Albañilería

Expediente N° : 21-1122-2
 Recibo N° : 74690
 Fecha de emisión : 11/06/2021

1.0. DE LA MUESTRA : ADOBES REFORZADOS CON PAJA DE ICHU, TRIGO Y CEBADA.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, ELE INTERNATIONAL
 Certificado de calibración: CMC-109-2019

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613:2017 y E.080.
 Procedimiento interno AT-PR-01.

4.0. RESULTADOS :

MUESTRAS	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	DIMENSIONES (cm)			ÁREA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm²)
		LARGO	ANCHO	ALTURA			
PAJA DE ICHU - 1	24.0	29.0	13.8	10.1	400.2	233	5.0
PAJA DE ICHU - 2	24.0	29.0	13.8	10.6	400.2	241	5.6
PAJA DE ICHU - 3	24.3	29.3	14.0	10.8	410.2	231	5.1
PAJA DE ICHU - 4	23.8	28.8	13.8	10.2	397.4	222	5.5
PAJA DE ICHU - 5	23.8	28.8	14.0	10.3	403.2	220	5.3
PAJA DE TRIGO - 1	24.2	29.2	13.8	10.2	403.0	190	4.8
PAJA DE TRIGO - 2	24.1	29.1	14.1	10.4	410.3	163	3.9
PAJA DE TRIGO - 3	24.3	29.3	13.8	10.2	404.3	161	4.1
PAJA DE TRIGO - 4	24.0	29.0	13.9	10.7	403.1	162	3.7
PAJA DE TRIGO - 5	24.3	29.3	13.8	10.3	404.3	148	3.7
PAJA DE CEBADA - 1	24.0	29.0	14.0	10.1	406.0	149	3.6
PAJA DE CEBADA - 2	23.9	28.9	14.0	9.9	404.6	160	4.2
PAJA DE CEBADA - 3	24.2	29.2	14.0	10.0	408.8	153	4.0
PAJA DE CEBADA - 4	24.7	29.7	14.2	10.3	421.7	155	3.8
PAJA DE CEBADA - 5	24.0	29.0	14.0	10.3	406.0	161	3.9

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico : Mag. Ing. M. A. Trujillo S. / Sres. E.G.V. - E.G.A.

Ing. Rafael Cochay Huamán
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



**ANEXO 04: DATOS DE CADA MUESTRA DE
ESTUDIO**

Datos a compresión de la muestra de adobe con adición de ichu

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

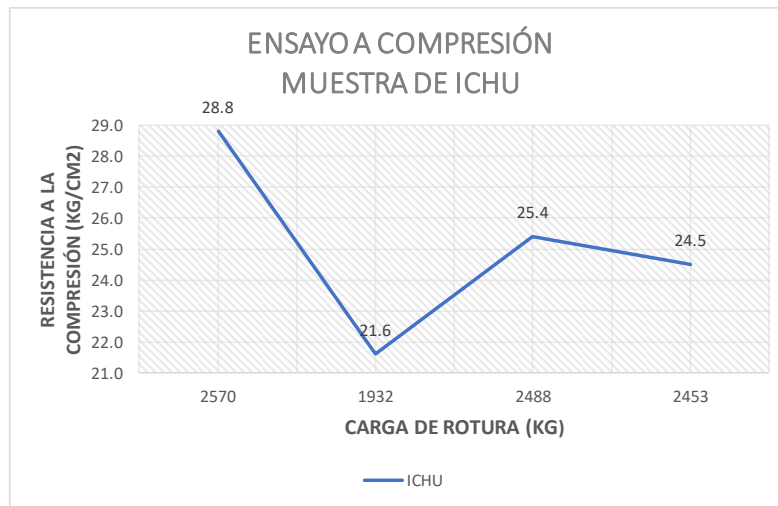


Proyecto: Análisis Comparativo del Adobe Reforzado con Paja de Ichu, Trigo y Cebada Sometidos a Esfuerzos Mecánicos en Lucanas- Lucanas- Ayacucho

Tesistas: Lenin Florencio Rios Poma
José Luis Vargas Espinoza

Ensayo: Resistencia a la compresión del adobe
Muestra: Adobe con paja de ichu

MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			AREA BRUTA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
PAJA DE ICHU - 1	9.5	9.4	10.2	89.3	2570	28.8
PAJA DE ICHU - 3	9.5	9.4	9.6	89.3	1932	21.6
PAJA DE ICHU - 4	10.0	9.8	9.3	98.0	2488	25.4
PAJA DE ICHU - 5	10.2	9.8	9.6	100.0	2453	24.5



Observaciones: _____

Datos a compresión de la muestra de adobe con adición de trigo

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



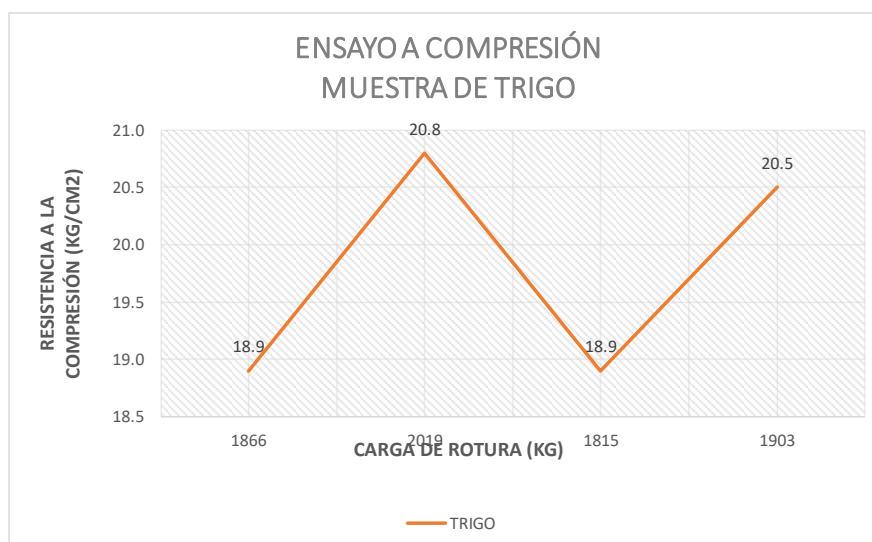
Proyecto: Análisis Comparativo del Adobe Reforzado con Paja de Ichu, Trigo y Cebada Sometidos a Esfuerzos Mecánicos en Lucanas- Lucanas- Ayacucho

Tesistas: Lenin Florencio Rios Poma
José Luis Vargas Espinoza

Ensayo: Resistencia a la compresión del adobe

Muestra: Adobe con paja de trigo

MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			AREA BRUTA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
PAJA DE TRIGO - 1	9.9	10.0	9.9	99.0	1866	18.9
PAJA DE TRIGO - 2	10.2	9.5	9.8	96.9	2019	20.8
PAJA DE TRIGO - 4	10.2	9.4	9.6	95.9	1815	18.9
PAJA DE TRIGO - 5	10.0	9.3	9.6	93.0	1903	20.5



Observaciones:

Datos a compresión de la muestra de adobe con adición de cebada

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



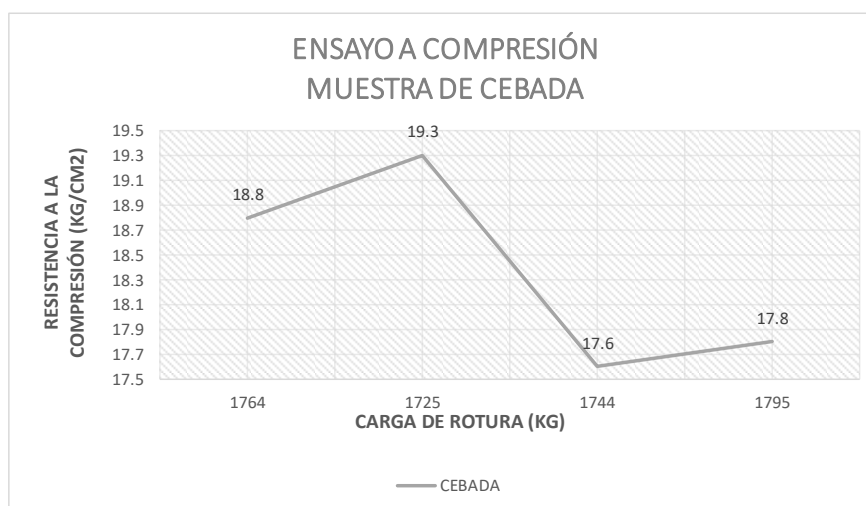
Proyecto: Análisis Comparativo del Adobe Reforzado con Paja de Ichu, Trigo y Cebada Sometidos a Esfuerzos Mecánicos en Lucanas- Lucanas- Ayacucho

Tesistas: Lenin Florencio Rios Poma
José Luis Vargas Espinoza

Ensayo: Resistencia a la compresión del adobe

Muestra: Adobe con paja de cebada

MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			AREA BRUTA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
PAJA DE CEBADA - 1	9.4	10.0	9.3	94.0	1764	18.8
PAJA DE CEBADA - 2	9.4	9.5	10.2	89.3	1725	19.3
PAJA DE CEBADA - 3	9.9	10.0	9.7	99.0	1744	17.6
PAJA DE CEBADA - 4	10.0	10.1	9.6	101.0	1795	17.8



Observaciones: _____

Datos a compresión promedio de la muestra de adobe modificado

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

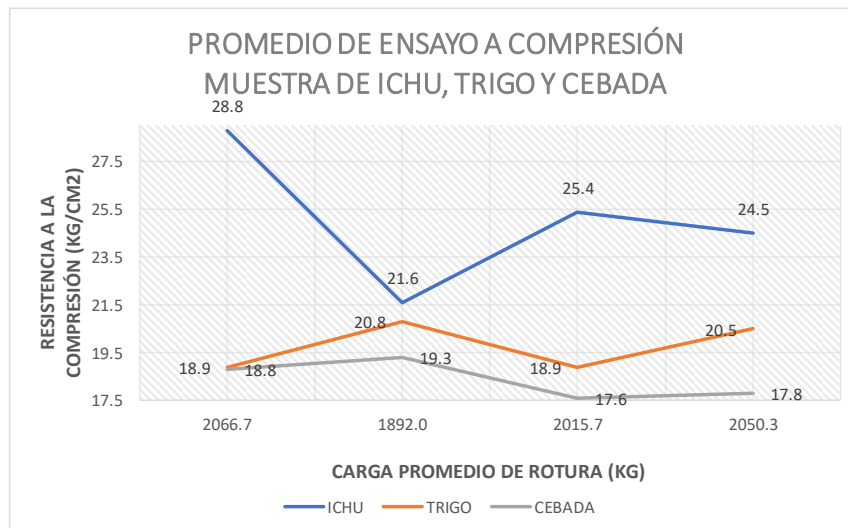


Proyecto: Análisis Comparativo del Adobe Reforzado con Paja de Ichu, Trigo y Cebada Sometidos a Esfuerzos Mecánicos en Lucanas- Lucanas- Ayacucho

Tesistas: Lenin Florencio Rios Poma
José Luis Vargas Espinoza

Ensayo: Resistencia a la compresión promedio del adobe
Muestra: Adobe modificado con paja de ichu, trigo, cebada

MUESTRAS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Kg/cm2)			AREA BRUTA (cm2)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2)
	ICHU	TRIGO	CEBADA			
1.0	28.8	18.9	18.8	94.1	2066.7	25.1
2.0	21.6	20.8	19.3	91.8	1892.0	19.8
3.0	25.4	18.9	17.6	97.6	2015.7	18.4
4.0	24.5	20.5	17.8	98.0	2050.3	21.1



Observaciones: _____

Datos a flexión de la muestra de adobe con adición de ichu

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



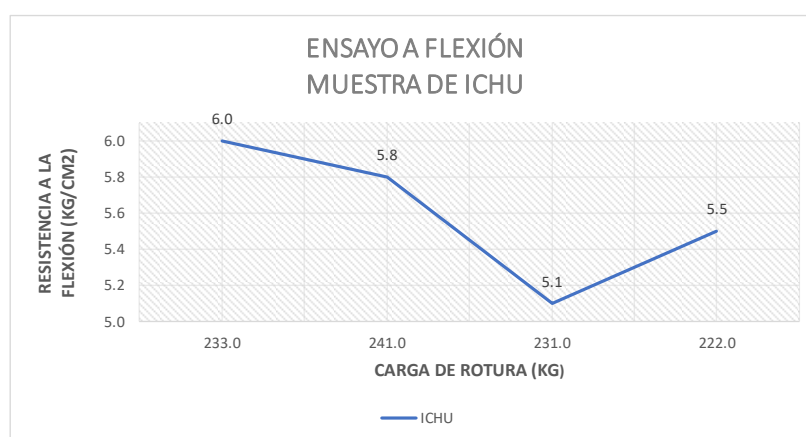
Proyecto: Análisis Comparativo del Adobe Reforzado con Paja de Ichu, Trigo y Cebada Sometidos a Esfuerzos Mecánicos en Lucanas- Lucanas- Ayacucho

Tesistas: Lenin Florencio Rios Poma
José Luis Vargas Espinoza

Ensayo: Resistencia a la flexión del adobe

Muestra: Adobe con paja de cebada

MUESTRAS	DISTANCIA ENTRE APOYOS	DIMENSIONES (cm)			AREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)
		LARGO	ANCHO	ALTURA			
PAJA DE ICHU - 1	24.0	29.0	13.8	10.1	400.2	233.0	6.0
PAJA DE ICHU - 2	24.0	29.0	13.8	10.6	400.2	241.0	5.8
PAJA DE ICHU - 4	24.3	29.3	14.0	10.8	410.2	231.0	5.1
PAJA DE ICHU - 5	23.8	28.8	13.8	10.2	397.4	222.0	5.5



Observaciones: _____

Datos a flexión de la muestra de adobe con adición de trigo

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



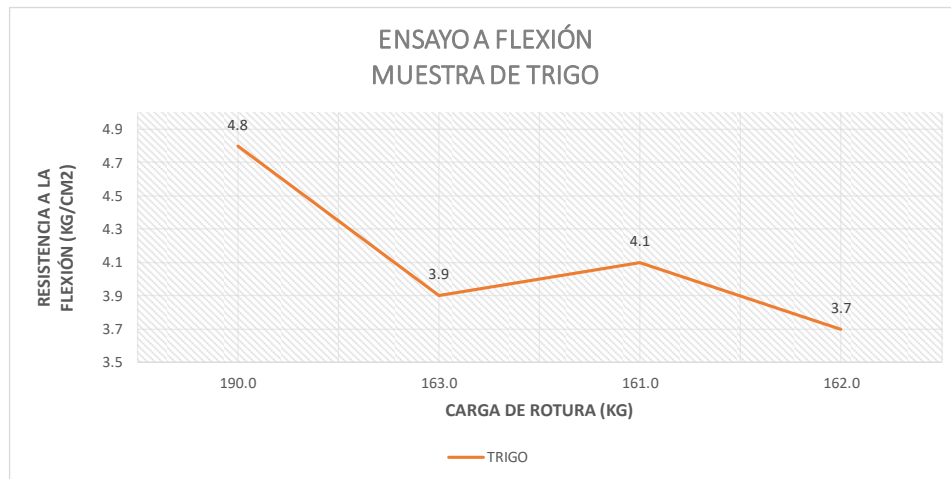
Proyecto: Análisis Comparativo del Adobe Reforzado con Paja de Ichu, Trigo y Cebada Sometidos a Esfuer Mecánicos en Lucanas- Lucanas- Ayacucho

Tesistas: Lenin Florencio Rios Poma
José Luis Vargas Espinoza

Ensayo: Resistencia a la flexión del adobe

Muestra: Adobe con paja de cebada

MUESTRAS	DISTANCIA ENTRE APOYOS	DIMENSIONES (cm)			AREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)
		LARGO	ANCHO	ALTURA			
PAJA DE TRIGO - 1	24.2	29.2	13.8	10.2	403.0	190.0	4.8
PAJA DE TRIGO - 2	24.1	29.1	14.1	10.4	410.3	163.0	3.9
PAJA DE TRIGO - 3	24.3	29.3	13.8	10.2	404.3	161.0	4.1
PAJA DE TRIGO - 4	24.0	29.0	13.9	10.7	403.1	162.0	3.7



Observaciones: _____

Datos a flexión de la muestra de adobe con adición de cebada

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



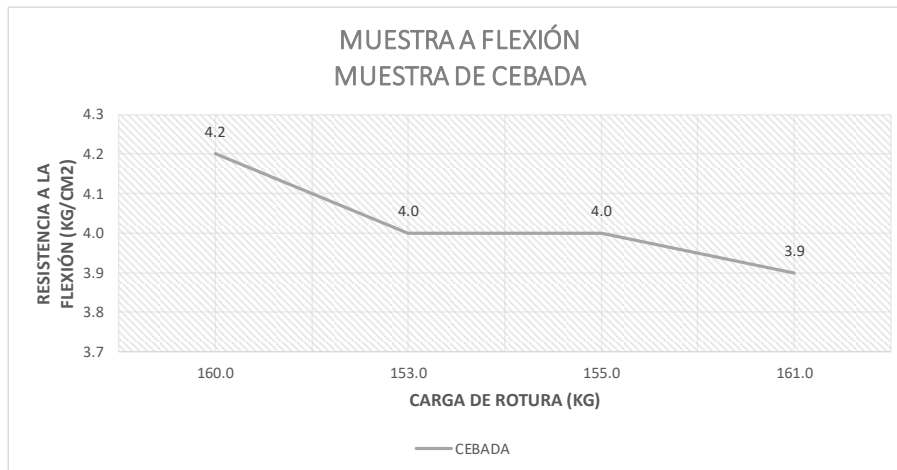
Proyecto: Análisis Comparativo del Adobe Reforzado con Paja de Ichu, Trigo y Cebada Sometidos a Esfuer Mecánicos en Lucanas- Lucanas- Ayacucho

Tesistas: Lenin Florencio Rios Poma
José Luis Vargas Espinoza

Ensayo: Resistencia a la flexión del adobe

Muestra: Adobe con paja de cebada

MUESTRAS	DISTANCIA ENTRE APOYOS	DIMENSIONES (cm)			AREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)
		LARGO	ANCHO	ALTURA			
PAJA DE CEBADA - 2	23.9	28.9	14.0	9.9	404.6	160.0	4.2
PAJA DE CEBADA - 3	24.2	29.2	14.0	10.0	408.8	153.0	4.0
PAJA DE CEBADA - 4	24.7	29.7	14.2	10.3	421.7	155.0	4.0
PAJA DE CEBADA - 5	24.0	29.0	14.0	10.3	406.0	161.0	3.9



Observaciones: _____

Datos a flexión promedio de la muestra de adobe modificado

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



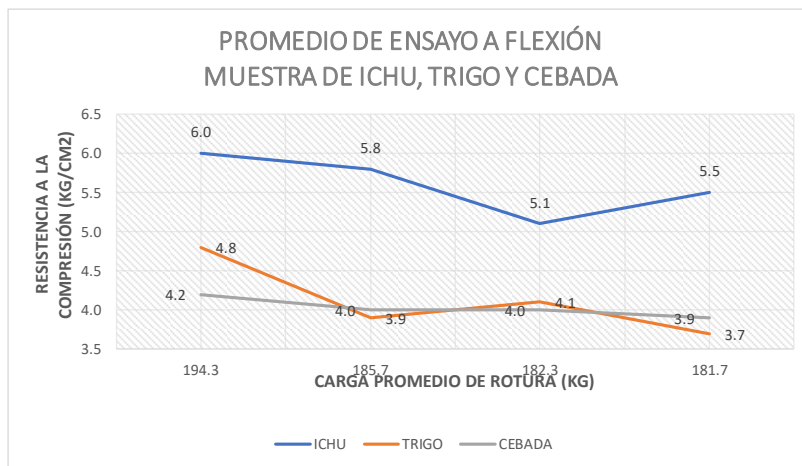
Proyecto: Análisis Comparativo del Adobe Reforzado con Paja de Ichu, Trigo y Cebada Sometidos a Esfuer Mecánicos en Lucanas- Lucanas- Ayacucho

Tesistas: Lenin Florencio Rios Poma
José Luis Vargas Espinoza

Ensayo: Resistencia a la flexión del adobe

Muestra: Adobe con paja de cebada




MUESTRAS	DISTANCIA ENTRE APOYOS	RESISTENCIA LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)			AREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)
		ICHU	TRIGO	CEBADA			
1.0	24.0	6.0	4.8	4.2	402.0	194.3	5.6
2.0	24.2	5.8	3.9	4.0	405.2	185.7	4.1
3.0	24.2	5.1	4.1	4.0	410.3	182.3	4.0
4.0	24.1	5.5	3.7	3.9	405.8	181.7	4.6






Observaciones: _____

ANEXO 05: FORMATOS DE VALIDACIÓN

Formato de validación para Presidente Jurado evaluador

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO							
Proyecto:	Análisis Comparativo del Adobe Reforzado con Paja de Ichu, Trigo y Cebada Sometidos a Esfuerzos Mecánicos en Lucanas- Lucanas- Ayacucho						
Tesistas:	Lenin Florencio Ríos Poma José Luis Vargas Espinoza						
Lugar:	Lima, Perú						
Experto revisor:	_____						
Cargo:	_____						
ASPECTO A EVALUAR				OPINIÓN DEL EXPERTO			
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	VALOR OBTENIDO	NORMA E.080	CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIÓN
Adobe reforzado con paja de ichu, trigo y cebada.	Dosificación de paja en proporción	Adición de paja de ichu en proporción 1:2					
		Adición de paja de trigo en proporción 1:2					
		Adición de paja de cebada en proporción 1:2					
Esfuerzos mecánicos	Resistencia a la compresión	Ensayo a la compresión del adobe con paja ichu					
		Ensayo a la compresión del adobe con paja trigo					
		Ensayo a la compresión del adobe con paja cebada					
	Resistencia a la flexión	Ensayo a la flexión del adobe con paja ichu					
		Ensayo a la flexión del adobe con paja trigo					
		Ensayo a la flexión del adobe con paja cebada					
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <hr style="width: 200px; margin: 0 auto;"/> <p>FIRMA EXPERTO Nombre y Apellidos: SAMIR AREVALO VIDAL</p> </div> <div style="text-align: center;">  <hr style="width: 200px; margin: 0 auto;"/> <p>FIRMA TESISTAS 01 Lenin Florencio Ríos Poma</p> </div> <div style="text-align: center;">  <hr style="width: 200px; margin: 0 auto;"/> <p>FIRMA TESISTAS 02 Jose Luis Vargas Espinoza</p> </div> </div>							

Formato de validación para Secretario Jurado evaluador

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO							
Proyecto:	Análisis Comparativo del Adobe Reforzado con Paja de Ichu, Trigo y Cebada Sometidos a Esfuerzos Mecánicos en Lucanas- Lucanas- Ayacucho						
Tesistas:	Lenin Florencio Rios Poma José Luis Vargas Espinoza						
Lugar:	Lima, Perú						
Experto revisor:	_____						
Cargo:	_____						
ASPECTO A EVALUAR				OPINIÓN DEL EXPERTO			
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	VALOR OBTENIDO	NORMA E.080	CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIÓN
Adobe reforzado con paja de ichu, trigo y cebada.	Dosificación de paja en proporción	Adición de paja de ichu en proporción 1:2					
		Adición de paja de trigo en proporción 1:2					
		Adición de paja de cebada en proporción 1:2					
Esfuerzos mecánicos	Resistencia a la compresión	Ensayo a la compresión del adobe con paja ichu					
		Ensayo a la compresión del adobe con paja trigo					
		Ensayo a la compresión del adobe con paja cebada					
	Resistencia a la flexión	Ensayo a la flexión del adobe con paja ichu					
		Ensayo a la flexión del adobe con paja trigo					
		Ensayo a la flexión del adobe con paja cebada					
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <hr style="width: 100%;"/> <p>FIRMA EXPERTO Nombre y Apellidos: SAMIR AREVALO VIDAL</p> </div> <div style="text-align: center;">  <hr style="width: 100%;"/> <p>FIRMA TESISTAS 01 Lenin Florencio Rios Poma</p> </div> <div style="text-align: center;">  <hr style="width: 100%;"/> <p>FIRMA TESISTAS 02 Jose Luis Vargas Espinoza</p> </div> </div>							

Formato de validación para Vocal Jurado evaluador

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO							
Proyecto:	Análisis Comparativo del Adobe Reforzado con Paja de Ichu, Trigo y Cebada Sometidos a Esfuerzos Mecánicos en Lucanas- Lucanas- Ayacucho						
Tesistas:	Lenin Florencio Rios Poma José Luis Vargas Espinoza						
Lugar:	Lima, Perú						
Experto revisor:	_____						
Cargo:	_____						
ASPECTO A EVALUAR				OPINIÓN DEL EXPERTO			
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	VALOR OBTENIDO	NORMA E.080	CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIÓN
Adobe reforzado con paja de ichu, trigo y cebada.	Dosificación de paja en proporción	Adición de paja de ichu en proporción 1:2					
		Adición de paja de trigo en proporción 1:2					
		Adición de paja de cebada en proporción 1:2					
Esfuerzos mecánicos	Resistencia a la compresión	Ensayo a la compresión del adobe con paja ichu					
		Ensayo a la compresión del adobe con paja trigo					
		Ensayo a la compresión del adobe con paja cebada					
	Resistencia a la flexión	Ensayo a la flexión del adobe con paja ichu					
		Ensayo a la flexión del adobe con paja trigo					
		Ensayo a la flexión del adobe con paja cebada					
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;"> <hr style="width: 100%;"/> FIRMA EXPERTO Nombre y Apellidos: SAMIR AREVALO VIDAL </div> <div style="text-align: center;"> <hr style="width: 100%;"/> FIRMA TESISTAS 01 Lenin Florencio Rios Poma </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <hr style="width: 100%;"/> FIRMA TESISTAS 02 Jose Luis Vargas Espinoza </div> </div>							

ANEXO 06: NORMA DE TIERRA REFORZADA

**MINISTERIO DE VIVIENDA,
CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO**

**NORMA E.080
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
CON TIERRA REFORZADA**

**ANEXO - RESOLUCIÓN MINISTERIAL
Nº 121-2017-VIVIENDA**

NORMAS LEGALES

SEPARATA ESPECIAL

ANEXO 07: PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Visualización y selección del material en cantera.
Fuente: Elaboración propia.



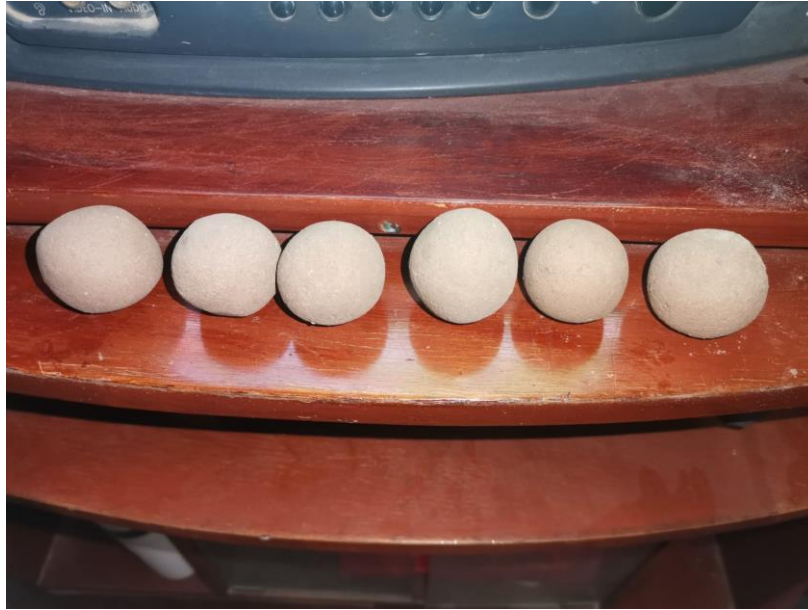
Fotografía 2. Extracción del material en cantera.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 3. Cilindro de barro para prueba de cinta.
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 4. Prueba de cinta de barro.
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 5. Secado de las muestras de 6 bolitas por un tiempo de 48 horas.
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 6. Prueba a la resistencia seca.
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 7. Selección de paja.
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 8. Humedecimiento de tierra.
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 9. Barro preparado con las distintas pajas.
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 10. Moldes para las muestras.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 11. Muestras en estado fresco.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 12. Secado de muestras bajo sombra.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 13. Codificación de muestras en laboratorio.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 14. Ensayo a compresión de muestras.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 15. Ensayo a flexión de muestras.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 16. Laboratorio de ensayo de materiales UNI.
Fuente: Elaboración propia.