

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

Análisis de la resistencia del adobe tradicional adicionando la ceniza de cascara de arroz

Línea de Investigación: Ingeniería de la construcción, Ingeniería Urbana,
Ingeniería Estructural

Sub Línea de Investigación: Estructuras y Materiales

Autora:

Morocho Calderón, Kerly Judith

Jurado Evaluador:

Presidente : Príncipe Reyes, Roger Alberto
Secretario : Olaya Riofrio, Yadira De Los Milagros
Vocal : Maldonado Agurto, Herbert Segundo

Asesor:

Chan Heredia, Miguel Ángel

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9315-8496>

PIURA - PERÚ

2024

Fecha de sustentación: 2024 / 12 / 05

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

**Análisis de la resistencia del adobe tradicional adicionando la ceniza de
cascara de arroz**

Línea de Investigación: Ingeniería de la construcción, Ingeniería Urbana,
Ingeniería Estructural

Sub Línea de Investigación: Estructuras y Materiales

Autora:

Morocho Calderón, Kerly Judith

Jurado Evaluador:

Presidente : Príncipe Reyes, Roger Alberto
Secretario : Olaya Riofrio, Yadira De Los Milagros
Vocal : Maldonado Agurto, Herbert Segundo

Asesor:

Chan Heredia, Miguel Ángel

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9315-8496>

PIURA - PERÚ

2024

Fecha de sustentación: 2024 / 12 / 05

Análisis de la resistencia del adobe tradicional adicionando la ceniza de cascara de arroz

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%	6%	5%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1%


Miguel Angel Chan Heredia
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88837

Excluir citas Activo Excluir coincidencias < 1%
Excluir bibliografía Activo

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Ms. Miguel Ángel Chan Heredia, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada “Análisis de la resistencia del adobe tradicional adicionando la ceniza de cascara de arroz”, de la autora Br. Kerly Judith Morocho Calderon, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 5%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 22 de Noviembre del 2024.
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis “Análisis de la resistencia del adobe tradicional adicionando la ceniza de cascara de arroz”, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Piura, 21 de Noviembre de 2024



Br. Morocho Calderon, Kerly Judith
DNI: 72433827



Ms. Chan Heredia, Miguel Ángel
DNI: 18166174

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9315-8496>

DEDICATORIA

Primero agradecer a Dios, por iluminar mi camino y brindarme las fuerzas necesarias para enfrentar los desafíos que se presentaron durante esta etapa.

Dedico esta tesis a mi querida madre quien, con su amor, apoyo incondicional, sacrificio infinito y palabras de aliento, me ha impulsado a seguir mi sueño de estudiar y alcanzar mis metas. Gracias por ser mi inspiración y por confiar en mí en todo momento. A mi abuelita, por ser mi guía en este camino de aprendizaje y crecimiento. Tus consejos, tu amor y tus historias de vida me han enseñado a ser valiente y a enfrentar los obstáculos con determinación. A mi abuelito en el cielo, cómo desearía que estuvieras aquí para celebrar este logro conmigo. Tu sabiduría, tu bondad y tu amor incondicional siguen siendo mi guía en la vida. También dedico este trabajo a mis profesores y mentores, quienes no solo me han proporcionado conocimientos y habilidades, sino que también me han brindado valiosos consejos, motivación y confianza en mis capacidades. Finalmente, dedico esta tesis a todas aquellas personas que forman parte de mi día a día y han contribuido en mi desarrollo académico y personal. A todos ustedes, gracias infinitas por formar parte de este gran logro.

Gracias.

RESUMEN

La presente tesis analiza la resistencia del adobe tradicional y al adobe mejorado agregándole como aditivo la ceniza de cáscara de arroz en diferentes porcentajes; en el desarrollo de la tesis se realizaron 6 unidades de adobes para cada prototipo de muestra a evaluar, con los tres porcentajes de ceniza de cascara de arroz, realizando un total de 42 adobes. Como primera muestra se tiene al adobe tradicional (tierra y paja), la segunda muestra es adobe de tierra+ paja + 4%, 8% y 11% de ceniza de cascara de arroz, y como tercera muestra tenemos a un adobe de tierra + 4%, 8% y 11% de ceniza de cascara de arroz. Estas muestras fueron sometidas a ensayos, para determinar el aumento de su resistencia a la comprensión; observándose en los resultados obtenidos que la adición de ceniza de cascara de arroz al adobe tradicional mejora significativamente su resistencia. Dándonos como válida y asertiva nuestra hipótesis. Asimismo, se observó que en la muestra de tierra+ paja + 4%, 8% y 11% de ceniza de cáscara de arroz, al ser mayor la cantidad de ceniza de cascara de arroz comienza a ser menor su resistencia. Por otro lado, la muestra de tierra + 4%, 8% y 11% de ceniza de cascara de arroz, a mayor sea la cantidad de ceniza, mayor es su resistencia. Se concluye que la adición de ceniza de cáscara de arroz al adobe tradicional incrementa su resistencia y durabilidad. Estos resultados son de utilidad para la construcción de viviendas y estructuras sostenibles, aprovechando los recursos disponibles y disminuyendo el impacto ambiental.

Palabras Claves: Adobe, Paja, Resistencia, Ceniza de Cáscara de Arroz

ABSTRACT

This thesis analyzes the resistance of traditional adobe and improved adobe by adding rice husk ash as an additive in different percentages; in the development of the thesis, 6 adobe units were made for each sample prototype to be evaluated, with the three percentages of rice husk ash, making a total of 42 adobes. The first sample is a traditional adobe (earth and straw), the second sample is an adobe of earth + straw + 4%, 8% and 11% rice husk ash, and the third sample is an adobe of earth + 4%, 8% and 11% rice husk ash. These samples were tested to determine the increase in their compressive strength; the results showed that the addition of rice husk ash to the traditional adobe significantly improves its strength. Our hypothesis is valid and assertive. Likewise, it was observed that in the soil + straw + 4%, 8% and 11% rice husk ash samples, the higher the amount of rice husk ash, the lower the resistance. On the other hand, the sample of soil + 4%, 8% and 11% rice husk ash, the higher the amount of ash, the higher its resistance. It is concluded that the addition of rice husk ash to traditional adobe increases its strength and durability. These results are useful for the construction of sustainable housing and structures, taking advantage of available resources and reducing environmental impact.

Keywords: Adobe, Straw, Resistance, Rice Hull Ash

PRESENTACION

Señores miembros del jurado evaluador:

Dando cumplimiento y conformidad a los requerimientos establecidos en el Reglamento de Grados y Títulos dispuesto por el Programa de Estudios de Ingeniería civil de la Facultad de Ingeniería en la Universidad Privada Antenor Orrego, es grato presentar y poner a vuestra consideración mi tesis titulada: **ANALISIS DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE TRADICIONAL ADICIONANDO LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ**, con la finalidad de cumplir con los requisitos para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL**.

La presente investigación ha sido realizada considerando la Norma Técnica Peruana E.080 diseño y construcción con tierra reforzada, así mismo aplicando los conocimientos obtenidos durante mi proceso de formación académica en esta prestigiosa casa de estudios y con el asesoramiento del Ing. Miguel Angel Chan Heredia.

Atentamente,



Br. Morocho Calderon, Kerly Judith

ID: 000219210

INDICE

I. INTRODUCCION	13
1.1. Problema de Investigación	13
1.2. Objetivos	14
Objetivo General.....	14
Objetivos Específicos	14
1.3. Justificación Del Estudio.....	14
II. MARCO DE REFERENCIA.....	15
2.1. Antecedentes del Estudio.....	15
Internacionales	15
Nacionales.....	17
Local.....	20
2.2. Marco Teórico	21
2.3. Marco Conceptual	29
2.4. Sistema De Hipótesis, Variables e Indicadores.....	33
Hipótesis.....	33
Variables	34
III. METODOLOGIA EMPLEADA	35
3.1. Tipo y Nivel De Investigación	35
3.2. Población y Muestra De Estudio	35
Población.....	35
Muestra	35
3.3. Diseño De Investigación.....	36
3.4. Técnicas e Instrumentos De Investigación	36
Técnicas	36
Instrumentos.....	36
3.5. Procesamiento y Análisis De Datos.....	37
IV. PRESENTACION DE RESULTADOS	42
4.1. Propuesta De Investigación.....	42
4.2. Análisis e Interpretación De Resultados.....	42
4.3. Docimasia De Hipótesis	49
V. DISCUSION DE LOS RESULTADOS	50
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
ANEXOS	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variable independiente y dependiente.....	34
Tabla 2: Distribucion de muestras	36
Tabla 3: Dosificaciones de suelo y ceniza de cascara de arroz.....	39
Tabla 4: Dosificaciones de suelo, paja y ceniza de cascara de arroz.....	39
Tabla 5: Resultados de resistencia a la compresion del adobe tradicional.....	42
Tabla 6: Promedio de las 4 mejores muestras de la resistencia del adobe tradicional.....	43
Tabla 7: Resultados de resistencia a la compresion del adobe de tierra + paja + 4%, 8% y 11% de ceniza de cascara de arroz (CCA)	43
Tabla 8: Promedio de las 4 mejores muestras de la resistencia del adobe de tierra +paja + 4% de ceniza de cascara de arroz	44
Tabla 9: Promedio de las 4 mejores muestras de la resistencia del adobe de tierra +paja + 8% de ceniza de cascara de arroz	44
Tabla 10: Promedio de las 4 mejores muestras de la resistencia del adobe de tierra +paja + 11% de ceniza de cáscara de arroz	45
Tabla 11: Resultados de resistencia a la compresión del adobe de tierra + 4%, 8% y 11% de ceniza de cáscara de arroz (CCA).....	45
Tabla 12: Promedio de las 4 mejores muestras de la resistencia del adobe de tierra + 4% de ceniza de cáscara de arroz	46
Tabla 13: Promedio de las 4 mejores muestras de la resistencia del adobe de tierra + 8% de ceniza de cáscara de arroz	46
Tabla 14: Promedio de las 4 mejores muestras de la resistencia del adobe de tierra + 11% de ceniza de cáscara de arroz	47
Tabla 15: Resumen de resultados de ensayo de resistencia a la compresión de las diferentes muestras de adobe mejorado.....	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comparación entre el adobe tradicional y Adobe de Tierra+ Paja + % de CCA	48
Gráfico 2: Comparación entre el adobe tradicional y Adobe de Tierra+ % CCA ..	48

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Cáscara de arroz	37
Imagen 2: Quemado de la cáscara de arroz.....	37
Imagen 3: Cernido de ceniza.....	38
Imagen 4: Prueba de presencia de arcilla o resistencia seca.....	38
Imagen 5: Cortado de paja	39
Imagen 6: Pesado de ceniza de cascara de arroz.....	40
Imagen 7: Moldeado de adobe	40
Imagen 8: Secado de adobe bajo sombra.....	41
Imagen 9: Marcado de adobe.....	41
Imagen 10: Ensayo de resistencia a la compresión de las diferentes muestras de adobe	41

I. INTRODUCCION

1.1. Problema de Investigación

El adobe es un material muy usado desde varias décadas atrás, en las construcciones más antiguas y monumentos que actualmente conocemos. Hoy en día la construcción ecológica de casas de adobe ha vuelto a tomar gran importancia a nivel mundial, con diferencia de que tiene un punto de vista más profesional, que se trata del reforzamiento del adobe, lo cual lo hace más resistente sísmicamente.

En nuestro país según el INEI el 47.1% (3 millones 688 mil 452) de viviendas su principal material de construcción es el adobe, algunas de las cuales tienen más de 300 años. Los expertos coinciden en que los factores climáticos no juegan un papel determinante en la construcción de casas de adobe. Según Felipe Barahona “Lo más importante es el sistema constructivo porque un adobe bien trabajado y con un correcto sobrecimiento puede resistir a la humedad”.

En la región Piura contamos con gran porcentaje de viviendas construidas con adobe o tapial, siendo este el 28.36% según el censo del 2017 realizado por el INEI; el principal problema con muchos hogares levantados con este material, es que se realiza por el método de la autoconstrucción, debido a que en el momento de su elaboración y utilización no se toman las consideraciones establecidas por el reglamento, por ende tenemos con resultado una mala calidad del producto y dificultad para encontrar productos adecuados y la dosificación para una durabilidad óptima de los materiales, lo cual influye en la posteridad de la construcción, llegando a tener colapsos provocados por distintos fenómenos naturales.

Actualmente, las unidades de adobe continúan fabricándose de una manera artesanal sin tener en cuenta las consideraciones mínimas requeridas por el reglamento nacional de edificaciones Norma E0.80, construyendo los pobladores de acuerdo con sus conocimientos vernaculares. Por tal motivo surge la iniciativa de hacer un mejoramiento agregando un aditivo al proceso de elaboración del adobe, aumentando así también su ciclo de vida.

La presente investigación se realizó para brindar una mejor alternativa del adobe aumentando su resistencia agregándole la ceniza de cáscara de arroz, la

cual tiene diversas propiedades como la sílice que ayuda al aumento de la resistencia del adobe.

Finalmente, Este estudio pretende demostrar que la adición de ceniza de cascara de arroz al adobe tradicional puede incrementar su resistencia y durabilidad. Los resultados pueden ser de utilidad para la construcción de viviendas y estructuras sostenibles, aprovechando los recursos disponibles y disminuyendo el impacto ambiental.

1.2. Objetivos

Objetivo General

- ✓ Obtener un adobe mejorado adicionándole como agregado la ceniza de cáscara de arroz.

Objetivos Específicos

- ✓ Determinar las dosificaciones óptimas en el diseño de un adobe mejorado.
- ✓ Determinar la resistencia del adobe tradicional
- ✓ Determinar la resistencia del adobe mejorado

1.3. Justificación Del Estudio

Esta investigación se justifica Teóricamente, ya que pretende mejorar las propiedades presentes en el adobe agregando ceniza proveniente de la cascara de arroz, esta ceniza es rica en sílice y calcio, lo que ayuda potencialmente a la construcción con adobes. Debido a que este tema no es tan común, se contribuirá al conocimiento científico para la mejora de materiales para la construcción.

Se justifica Metodológicamente porque el estudio se basó en la evaluación del desempeño mecánico del adobe con la incorporación de diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz. Se utilizaron pruebas estándar para determinar las propiedades de la resistencia a la compresión. La comparación de resultados permitió establecer los porcentajes óptimos de ceniza de cáscara de arroz que deben ser adicionados para el mejoramiento de la resistencia del adobe.

Se justifica socialmente debido a que el uso de la construcción con adobe es una técnica tradicional utilizada en varias partes del mundo, en particular en zonas rurales y de escasos recursos. En nuestra región muchos hogares se construyen

con adobe, y la mayoría de ellos no son resistentes a diversos desastres naturales como terremotos y lluvias intensas. La mejora de las propiedades del adobe utilizando la ceniza de cáscara de arroz contribuye a la seguridad y protección de diversas familias de la localidad.

Esta investigación se justifica en el ámbito económico ya que su uso puede reducir los costos asociados con la construcción de viviendas resistentes. Debido a que nuestra región también es productora de arroz, es mucho más factible la disponibilidad de la cascarilla de arroz, por lo que la adición de este aditivo puede ser una forma rentable, simple y económica de mejorar las propiedades del adobe.

Se justifica significativamente en el ámbito de la sostenibilidad ambiental, debido a que contribuye con un ambiente más sostenible. Mediante el uso de ceniza de cáscara de arroz ayuda a reducir los residuos generados por la agricultura, ya que estos suelen ser abundantes y peligrosos, lo que conlleva a un problema ambiental.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del Estudio

Internacionales

Forero (2022), en su trabajo presentado “Caracterización mecánica de muretes de adobe reforzados con esterilla de guadua” en la universidad nacional de Colombia, esta investigación busco determinar la viabilidad del uso de esterilla de guadua como refuerzo de muretes construidos en adobe para el mejoramiento de su capacidad estructural, para ello utilizaron una cantidad de setenta y cinco muretes entre los adobes normales y con refuerzo, se estudió la tensión diagonal, corte directo, compresión y flexión, así mismo se determinaron módulo de rotura, elasticidad, la relación de poisson, la carga de rotura, esfuerzo máximo, carga máxima, carga y esfuerzo de rotura, de perdida de resistencia lateral, deformaciones y desplazamientos. Como resultados se obtuvo que, al utilizar la esterilla de guadua, aumenta la resistencia a la compresión y disipación de la energía, esfuerzo y desplazamiento, debido a su composición de fibras paralelas, todo también dependerá de la cantidad que se le agregará al adobe. En este caso los resultados obtenidos de resistencia a la compresión es de aproximadamente de $0.80MPa$ hasta el momento del fallo. En muretes con mayor resistencia utilizando

esterilla espaciada por ambas caras fue de 0.76MPA , y en los que se utilizó esterilla completa en ambas caras tiene una resistencia de 1.09MPA .

Guerrero (2019), en su tesis “Alternativas de estabilización del adobe para disminuir su contracción volumétrica y agrietamiento” en la Universidad de los Andes, Bogotá, se realizó una comparación entre estabilizantes de mayor y menor costo de acuerdo con la disposición local, y mejorar la resistencia a la contracción, desprendimiento ante el agua, disminuir, reparar y prevenir de la propagación de grietas. Esta investigación tuvo como fin proporcionar una guía de soluciones implementadas para la renovación o construcción de nuevas casas realizadas a base de adobe, mediante una revisión bibliográfica de estudios antes realizados. Los resultados obtenidos fueron de tres tipos: el primero fue la estabilización con aditivos minerales, utilizados principalmente para reparar grietas en estructuras existentes o para hacer el mortero para juntas en bloque de arcilla; porque los materiales de origen mineral son más resistentes y menos rígidos, son ampliamente disponibles localmente, pero no son la opción más rentable o sostenible ante otros tipos de estabilización. Como segundo punto tenemos la estabilización de origen vegetal, compuestos por fibras de plantas, generalmente usado en la realización de bloques o muros de adobe; presentan una alta disponibilidad del producto y un precio bajo. Por último, están los aditivos de origen sintético, estabilizan las arcillas provenientes a partir de residuos industriales y/o comerciales; Tienen un alto sentido de responsabilidad ambiental, en lugares de difícil acceso no es aplicable en sus construcciones, ya que no cuentan con la disponibilidad de materiales. Sin embargo, presentan una alternativa de solución viable.

Juan & Aguiluz (2019), en su investigación “Conformación de bloques de adobe con residuos de agave “*Angustifolia Haw*”. Estrategia para el desarrollo local sustentable en Santa María La Asunción, Zumpahuacán, Estado de México” en UACM, México, fomenta la construcción sustentable mediante el desarrollo de materiales de mejor calidad y económicos, siendo su principal objetivo Fomentar el desarrollo local sustentable en Santa María la Asunción, Municipio de Zumpahuacán, Estado de México a través de la elaboración de adobes de arcilla con fibras de agave y/o bagazo. Realizo 8 piezas de adobe de 4 composiciones diferentes: a) arcilla y zacate (Tamaño, peso y proporción de la región), b) arcilla y

bagazo, c) arcilla y fibras de agave, d) arcilla, fibras y bagazo, utilizando el 18% respecto al peso del adobe, fibras ixtle y bagazo de 40 a 60 cm y 0.25 a 2.5 cm de longitud respectivamente, estas agrupaciones fueron sometidas a pruebas de compresión y absorción, de las cuales se obtuvieron como resultado que la composición a) tiene una resistencia de 3.3014 kgf/m², composición b) resistencia de 4.4730 kgf/m², composición c) resistencia de 3.3412 kgf/m² y composición d) resistencia de 4.1521 kgf/m², siendo la composición b) (adobe con bagazo de agave *Angustifolia* Haw) que presenta las mejores condiciones, teniendo un 35% de resistencia más que del adobe tradicional y más ligero para su uso en la edificación de casas en la organización comunitaria en Santa María la Asunción, sin embargo cabe resaltar que posee un índice de absorción de poca condición lo cual no es beneficioso por el clima de la región. Su recomendación en este sentido es evaluar la compresión y la flexión del adobe utilizando diferentes longitudes de fibra, diferentes orientaciones y proporciones de composición en relación con el peso del adobe.

Nacionales

Rocca (2020), en su tesis titulada "Evaluación de las propiedades del adobe adicionando ceniza de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar como estabilizantes, Ferreñafe 2020 " En la universidad cesar vallejo; se realizó una comparativa de las propiedades físicas mecánicas entre el adobe sin aditivo y el adobe con aditivos siendo estos el bagazo de caña de azúcar y la ceniza de cascara de arroz, se propusieron diferentes dosificaciones de 0.10%, 0.25%, 0.35% para el bagazo de caña de azúcar y 2.5%, 7.5%, 12.5% para la ceniza de cascara de arroz, luego se le sometieron a 72 unidades a ensayos de la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y absorción. Los resultados de esta investigación fueron dados por la técnica de análisis documental debido a la pandemia que se presentó en ese año, por lo cual tomaron datos de la tesis perteneciente al grupo de bachilleres Bravo Rodríguez y Abuerto Meléndez en su investigación "evaluación y comparación técnica de las propiedades del adobe, típico convencional y el reforzado con ceniza del bagazo de caña de azúcar para la construcción de viviendas en el cc.pp de tambar moro", se le realizó una interpolación de los datos obtenidos respecto a los porcentajes propuestos en la tesis, los resultados de la interpolación de la resistencia a la compresión añadiendo ceniza de cascara de

arroz obtuvieron las siguientes resistencias: adobe patrón=9.27kgf/cm², 2.5%=10.495 kgf/cm², 7.5%=13.055kgf/cm², y 12.5%=12.65kgf/cm²; y los resultados de la interpolación de la resistencia a la compresión añadiendo bagazo de caña de azúcar fueron: adobe patrón=10.84kg/cm², 0.1%=16.33kg/cm², 0.25%=24.56kg/cm², y 0.35%=29.31 kg/cm²; de acuerdo a los resultados obtenidos de las diferentes interpolaciones concluyeron que en el ensayo a compresión y tracción, en ambos aumenta los parámetros de su resistencia en el adobe, respecto a la ceniza de cáscara de arroz a mayor proporción de agregado menor será su resistencia, en el caso del bagazo de caña de azúcar entre mayor sea su proporción aumenta su resistencia, respecto al porcentaje de la absorción está dentro de los límites que nos da la RNE.

León (2019), en su trabajo de tesis titulada “Resistencia a la compresión en adobe, estabilizado en 2% y 3% con cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz”, en la universidad san pedro, Chimbote; en esta investigación se determinó la resistencia a la compresión del adobe con agregados de ceniza de cascara de arroz y cascara de huevo, las proporciones que se utilizaron fueron de 2% y 3%, se emplearon 27 unidades, con dimensiones de 28x14x10cm. Se realizaron diferentes ensayos, como el estudio de suelos (contenido de humedad, análisis granulométrico, límite líquido, pH, y límite plástico) obteniendo así la determinación de propiedades del suelo y ensayos de campo (método de botella, prueba de color, y método de enrollado) para determinar si es viable o no trabajar con ese tipo de suelo, para descubrir la composición química de las cenizas utilizaron la fluorescencia basada en rayos x, por ultimo para la determinación de la resistencia a la compresión se utilizó el adobe en diferentes días de secado, con rangos de 10, 20 y 30 días. Los resultados obtenidos fueron que el adobe patrón tuvo una resistencia de: 10días:13.61 kg/cm², 20días:15.77 kg/cm² y a 30días:16.24 kg/cm², la resistencia del adobe experimental 1 (1% de ceniza de cáscara de huevo + 1% de ceniza de cáscara de arroz) fue: 10días:11.24 kg/cm², 20días:13.50 kg/cm² y a 30días:14.30 kg/cm², y la resistencia del adobe experimental 2 (1% de ceniza de cáscara de huevo + 2% de ceniza de cáscara de arroz) con: 10días:10.57 kg/cm², 20días:13.35 kg/cm² y a 30días:15.27 kg/cm². Después de dichas evaluaciones y resultados se concluyo que en ninguno de los tres rangos logra superar la resistencia a compresión del adobe patrón, aunque se aprecia que el adobe

experimental 2 tiende a superar en resistencia al adobe experimental 1, lo cual aunque los resultados no lleguen a sobrepasar los parámetros promedios hay un 95% de confianza y un 5% de probabilidad.

Valera (2019), en su trabajo de investigación titulada "Mejoramiento del adobe en sus propiedades físicas y mecánicas agregándole fibra de viruta en su composición", universidad católica santo toribio de Mogrovejo, Chiclayo; la investigación determina el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del adobe, agregando las fibras de viruta de eucalipto y tornillo, se trabajó con un porcentaje de 3% de viruta de tornillo, lo cual logró mejorar su resistencia a compresión y flexión respecto al adobe tradicional de la zona, siendo su resistencia a compresión de 30.25 kg/cm², para la adición la viruta de eucalipto en un 2% también logra superar las condiciones de resistencia a compresión de un adobe tradicional, logrando tener una resistencia de 45.11 kg/cm², pero en la resistencia a la flexión no logro superar los valores del adobe tradicional de la zona, respecto a resistencia a la absorción nos da valores altos en ambos casos, superando los porcentajes del adobe tradicional. La investigación también nos señala que los datos pueden variar debido que la tierra utilizada fue extraída de diferentes zonas, pudiendo tener diferentes composiciones y siendo diferente tipo de suelo.

Gonzales (2022), en su tesis titulada "Mejoramiento de las propiedades del adobe con la estabilización de cemento, en viviendas autoconstruidas por familias de bajos recursos económicos en el centro poblado Ramis, taraco, Huancané - 2021", desarrollada en la región de puno; el estudio tiene como objetivo mejorar la resistencia de los bloques de adobe utilizados comúnmente para la construcción de viviendas rurales, lo cual busca aumentar su resistencia, durabilidad y mejorar de sus propiedades físicomecánicas para la mejora de construcción en la zona de estudio (centro poblado Ramis, taraco, Huancané, puno). Los adobes fueron estabilizados con porcentajes de 5%, 10% y 15% de volumen de cemento, y a través de lo cual se buscaba observar sus condiciones de humedad, erosión y resistencia a la compresión. Los resultados obtenidos respecto a las propiedades físicomecánicas en los diferentes casos de estabilización nos presenta que entre más cemento se le agregue, mayor será su resistencia a la humedad y menor es su absorción, retardando su saturación, en la estabilización de 15% de cemento en

el adobe se presentó una mayor resistencia a la erosión a diferencia de las demás proporciones de estabilizadas de 5% y 10% de volumen de cemento, los mismo resultados nos dio a los ensayos de humedad y compresión (adobe tradicional:9.02kg/cm², 5%:13.75kg/cm², 10%:15.33kg/cm², 15%:20.29, y ch'ampa:4.74kg/cm²). Se concluyo que los adobe estabilizados lograron tener una mayor condiciones en resistencia, humedad y erosion, lo mismo sucede con el adobe de ch'ampa. Por último, sugiere que las edificaciones de viviendas autoconstruidas utilicen la estabilización de 15% de volumen de cemento en el adobe por lo menos en las 3 primeras hiladas, esto sobre mampostería de piedra con un cimientó corrido, lo que ayudara a reducir los costos de construcción.

Local

Bendezú & García (2019), en su tesis "Evaluación de la resistencia del adobe reforzado con paja de trigo para viviendas en el distrito de chalaco – Piura, 2019", Universidad Cesar Vallejo -Lima; la investigación determino la resistencia a la compresión, flexión y absorción del adobe añadiendo paja de trigo en porcentajes de 1%, 3% y 5% haciendo una comparativa con el adobe patrón, se utilizaron 48 unidades de adobe dejándolos secar al natural por un tiempo de 28 días para que puedan alcanzar sus máxima resistencia, para evaluar la absorción de agua se realizó un ensayo de 24 horas, utilizando el método de ensayo por capilaridad y con agua destilada. Los resultados obtenidos de resistencia a la compresión de acuerdo a los porcentajes son: adobe patrón=10.83kg/cm², 1%=13.65kg/cm², 3%=19.35kg/cm², y 5%=27.35kg/cm², y respecto a los resultados obtenidos de resistencia a la flexión son: adobe patrón =1.7kg/cm², 1%=1.8kg/cm², 3%=2.4kg/cm², y 5%=2.5kg/cm². Se concluye que los ensayos de laboratorio del adobe son positivos, ya que en las diferentes dosificaciones hay una mejora de su propiedades físicas y mecánicas, y sus esfuerzos de compresión y resistencia máxima a flexión. Los resultados están dentro de los parámetros establecidos por la NTP. 399.604 y norma E-080. Estos resultados ayudan a dar una solución de mejoramiento del adobe y así puedan realizar una mejor construcción en el distrito de Chalaco.

Carreño & Niño (2021), en su tesis "Nivel de aceptación de la población a la impermeabilización de sus edificaciones de adobe en el A. H San Pedro- Distrito Ayabaca- Provincia Ayabaca- Departamento Piura", universidad nacional de Piura,

la presente tesis se basó en la evaluación de los habitantes del A.H san pedro-districho de Ayabaca- departamento de Piura, sobre la aceptación de la impermeabilización de sus hogares como morteros o profundizar en sus cimentaciones, los resultados han sido favorables ya que los habitantes tienen un gran grado de aceptación a la impermeabilización de sus viviendas con la aplicación de mortero, pero hay un obstáculo que los limita a su aplicación y es la falta de recursos económicos, alcanzando un 96% de población, y un 4% el cual es por falta de información acerca de los métodos de impermeabilización. Se concluyó que la población al no contar con los medios necesarios para la protección de sus viviendas con métodos eficientes, utilizan calaminas o plástico en las paredes para así protegerlas de las lluvias, siendo estos cambiados cada año.

Huarancca & Vásquez (2020), en su tesis titulada “Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel - Piura - 2020”, En esta investigación determina la factibilidad del uso de cascarilla de arroz para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los adobes utilizados en la construcción de propiedades unifamiliares en San Miguel - Piura. Se utilizaron 48 unidades de adobe para agregar de cascarilla de arroz en varias cantidades, 3%, 6% y 9%, para la evaluación de su resistencia y porcentaje de absorción, también se usaron 16 adobes con 1% de paja como adobe patrón, ya que son los que normalmente se utilizan en el distrito de San Miguel. Los resultados obtenidos respecto a la resistencia a la compresión son: adobe patrón=12.6kg/cm², 3%=14.5kg/cm², 6%=15.1kg/cm² y 9%=17.5kg/cm², resistencia a flexión: adobe patrón=5.10kg/cm², 3%=7.02kg/cm², 6%=8.78kg/cm² y 9%=10.34kg/cm². Dados los datos obtenidos se concluyó que las pruebas nos muestran que el uso de cascarilla de arroz si aumenta su resistencia a compresión y flexión, así como sus propiedades mecánicas, por otro lado, los ensayos de absorción no dieron los resultados esperados, ya que, si se le aumenta la proporción de cascarilla de arroz, más será el agua absorbida por la unidad de adobe. Los tres tipos de dosificación favorecen hasta en un 39% la resistencia a la compresión y a la flexión respecto del adobe patrón.

2.2. Marco Teórico

Descripción Del Material De Adobe

El adobe es un tipo de material de construcción que se compone principalmente de arcilla, arena, agua y fibras vegetales. Es ampliamente utilizado en regiones de clima cálido y seco, ya que proporciona un aislamiento térmico eficiente y puede resistir condiciones climáticas extremas. El adobe se utiliza principalmente en la construcción de muros, paredes y pisos, aunque también se puede utilizar para construir techos y elementos decorativos. Su versatilidad y facilidad de moldeado permiten la creación de estructuras personalizadas y adaptadas a las necesidades específicas de cada proyecto (pons,2017).

Para elaborar el adobe, se mezclan todos los ingredientes en proporciones adecuadas hasta obtener una masa homogénea. A continuación, esta masa se moldea en bloques o ladrillos, que luego se dejan secar al sol durante varios días o semanas, dependiendo del clima. Durante el proceso de secado, los bloques de adobe adquieren rigidez y resistencia, convirtiéndose en elementos sólidos listos para ser utilizados en la construcción(Mannise,2012).

Componentes Del Adobe

Está conformado principalmente por tierra, agua, fibras orgánicas y, en algunos casos, aditivos como cal o estabilizantes.

Tierra: es el componente principal del adobe. Se utiliza generalmente tierra arcillosa, que tiene capacidad de retener agua y proporciona resistencia al material.

Agua: se utiliza para mezclar la tierra y formar el adobe. El agua actúa como aglutinante, permitiendo que las partículas de tierra se unan y formen una masa moldeable.

Fibras orgánicas: generalmente se agregan fibras de origen natural, como paja, heno o corteza de árbol, para proporcionar cohesión y resistencia al adobe. Estas fibras ayudan a prevenir la contracción y fisuración del material durante su secado y endurecimiento.

Aditivos: en algunos casos, se pueden agregar aditivos al adobe para mejorar sus propiedades. Por ejemplo, se puede agregar cal para aumentar la durabilidad y resistencia, o estabilizantes químicos para reducir la contracción y mejorar la trabajabilidad.

Es importante mencionar que los porcentajes y proporciones de los componentes pueden variar según las condiciones de cada región y las técnicas de construcción utilizadas(Portillo, 2024).

Características Del Adobe

El Adobe es un material de construcción ampliamente utilizado lugares de climas cálido, secos y lluviosos. Sus características principales son:

Composición: El adobe está compuesto principalmente por tierra arcillosa, agua, arena y fibras vegetales (como paja o hierba). La proporción de estos materiales varía según la región y las condiciones climáticas.

Resistencia: El adobe es un material muy resistente y duradero. Se utiliza desde hace miles de años y muchas estructuras hechas de adobe aún se conservan en buen estado.

Aislamiento térmico: Las propiedades del adobe lo convierten en un excelente aislante térmico. Mantiene la temperatura interior de las edificaciones de manera estable, lo que ayuda a ahorrar energía y a proporcionar un ambiente confortable.

Resistencia al fuego: El adobe es un material resistente al fuego, lo que lo hace ideal en áreas propensas a incendios forestales. Su alta masa térmica ayuda a retrasar la propagación del fuego(Barrera,2020).

Sostenibilidad: El adobe es un material sostenible, ya que se compone principalmente de tierra y otros materiales naturales. Además, su producción requiere menos energía y produce menos emisiones de carbono en comparación con otros materiales de construcción.

Flexibilidad y versatilidad: El adobe puede ser moldeado fácilmente en diferentes formas y tamaños, lo que permite la construcción de estructuras personalizadas y adaptadas a las necesidades específicas de cada proyecto.

Estética: El acabado final del adobe proporciona un aspecto rústico y tradicional que muchas personas consideran estéticamente atractivo.

Aunque el adobe tiene muchas ventajas, también presenta algunas desventajas, como su sensibilidad a la humedad y la necesidad de realizar un mantenimiento adecuado para prevenir daños causados por la lluvia o la erosión(Muñiz, Marquez y Martinez,2020).

Tipos De Adobe

Existen varios tipos de adobe, que están compuestos principalmente por arcilla y otros materiales naturales. Algunos de los tipos más comunes de adobe:

Adobe de barro: Es el tipo más tradicional de adobe, compuesto principalmente por arcilla, arena, agua y paja. Es el tipo de adobe más utilizado en la construcción de viviendas y edificaciones.

Adobe estabilizado: Se añaden productos químicos estabilizantes a la mezcla de arcilla y otros materiales para mejorar la resistencia y durabilidad del adobe. Estos productos pueden incluir cemento, cal y otros aditivos.

Adobe de tierra compactada: En este tipo de adobe, se compacta la tierra en moldes o en capas utilizando equipo mecánico. Se añade poca cantidad de agua, lo que hace que el adobe tenga mayor densidad y resistencia.

Adobe aligerado: Se añaden materiales ligeros, como cáscaras de arroz, fibras vegetales o espumas, a la mezcla de arcilla. Esto reduce el peso del adobe sin comprometer su resistencia.

Adobe prefabricado: En este caso, los bloques de adobe se fabrican en una fábrica y se transportan al lugar de construcción. Esto reduce el tiempo de construcción y facilita el trabajo en proyectos más grandes.

Es importante consultar a expertos en construcción sostenible y adecuada para determinar el tipo de adobe más adecuado para cada proyecto (Melian, 2024).

Propiedades Del Adobe

Algunas de las propiedades del adobe según Olalla (2023) son: **Aislamiento acústico:** El espesor del adobe proporciona un buen aislamiento acústico, lo que reduce la transmisión de ruido desde el exterior.

Durabilidad: El adobe bien construido y mantenido correctamente puede tener una larga vida útil. Sin embargo, el adobe es susceptible a la erosión por agua y puede dañarse si se expone constantemente a la humedad.

Resistencia a los terremotos: El adobe tiene una buena capacidad de resistencia a los terremotos debido a su flexibilidad y capacidad de absorción de energía sísmica.

Bajo impacto ambiental: El adobe es un material ecológico, ya que utiliza materiales naturales y no tóxicos y no requiere mucha energía para su producción.

Facilidad de reparación: En caso de daño, el adobe puede ser fácilmente reparado o reconstruido agregando una nueva capa de adobe al área dañada.

Es importante tener en cuenta que algunas de estas propiedades pueden variar dependiendo del tipo de suelo y clima en el que se utilice el adobe, así como de la técnica de construcción utilizada.

Mejoramiento Del Adobe

Segun Rodríguez, J. M., & Pérez, M. A. (2018) y Martínez, A., & García, F. (2017) en sus investigaciones nos dice que algunas formas de mejorar el Adobe pueden ser: Agregar fibras: Una forma de mejorar la resistencia del Adobe es agregar fibras de refuerzo. Estas fibras, como el sisal o la paja, se mezclan con la arcilla y la arena para aumentar su resistencia a la tracción y evitar la formación de grietas.

Agregar estabilizantes: Agregar estabilizantes químicos o naturales al Adobe puede mejorar sus propiedades mecánicas. Por ejemplo, se pueden añadir pequeñas cantidades de cemento, cal o polímeros para aumentar su resistencia a la compresión y su durabilidad.

Mejorar la compactación: Es importante realizar una correcta compactación del Adobe durante el proceso de moldeo para garantizar una alta densidad y resistencia. Se pueden utilizar herramientas como compactadoras manuales, máquinas de vibración o incluso pisar el Adobe con los pies para lograr una mejor compactación.

Realizar un mejor curado: Después del moldeo, es esencial permitir que el Adobe se cure correctamente. Esto implica mantenerlo húmedo durante al menos una semana para evitar la formación de grietas y asegurar que se desarrolle una resistencia óptima.

Características De Cáscara De Arroz

De acuerdo con Mula, J. A (2024) La cáscara de arroz tiene varias características que hacen que sea un material interesante en varias aplicaciones industriales y eco amigables. Dureza: Es muy resistente y dura, lo que la hace adecuada para diversos usos.

Liviana: Es un material liviano, lo que facilita su manipulación y transporte.

Porosidad: La cáscara de arroz tiene una estructura porosa, lo que permite que tenga propiedades de absorción y retención de humedad.

Aislante térmico: Es un buen aislante térmico, lo que la convierte en un material adecuado para ser utilizado en la construcción de edificios eco amigables.

Baja conductividad eléctrica: Tiene baja conductividad eléctrica, lo que la hace útil en aplicaciones donde se requiere un material no conductor.

Renovable y sostenible: La cáscara de arroz es un subproducto de la industria arroceras y, al ser una materia prima renovable, es una opción sostenible en comparación con otros materiales no renovables.

Biodegradable: La cáscara de arroz es biodegradable, lo que significa que se descompone naturalmente y no causa impacto ambiental negativo.

Usos De La Cáscara De Arroz

De acuerdo con la pagina farms (2018) A pesar de ser considerada un desecho, esta cáscara puede ser utilizada de diversas formas. **Combustible:** La cáscara de arroz se utiliza como fuente de energía en las calderas de las industrias arroceras. Debido a su alto contenido de celulosa y baja humedad, la cáscara de arroz puede ser quemada para generar calor y energía térmica.

Alimentación animal: La cáscara de arroz se puede utilizar como alimento para animales, especialmente para el ganado y las aves de corral. La cáscara de arroz es rica en fibra y es una fuente de energía y nutrientes para los animales.

Material de construcción: La cáscara de arroz se puede utilizar como un material de construcción sostenible. Contiene sílice, lo que lo hace adecuado para su uso en la construcción de tabiques, ladrillos, paneles de yeso, pisos y techos.

Sustrato para cultivos: se utiliza como sustrato en la horticultura y la floricultura. Puede ser mezclado con otros sustratos para mejorar la retención de agua y nutrientes en las macetas y jardineras.

Producción de papel y cartón: Debido a su alto contenido de celulosa, la cáscara de arroz se puede utilizar como materia prima en la producción de papel y cartón. Esto reduce la dependencia de la madera como fuente de fibra.

Producción de bioenergía: La cáscara de arroz se puede utilizar en la producción de biogás y biocombustibles. Mediante procesos como la fermentación anaeróbica, la cáscara de arroz se descompone y libera gases que se pueden utilizar como combustible.

Fertilizante orgánico: La cáscara de arroz se puede compostar y utilizar como enmienda orgánica del suelo. Aporta nutrientes como potasio, silicio y magnesio, mejorando la estructura y fertilidad del suelo.

Composición De La Cascara De Arroz

De acuerdo con el estudio de Soazo (2017), la cáscara de arroz, también conocida como cáscara de paddy, es el recubrimiento exterior del grano de arroz. Está compuesta principalmente por, Celulosa: es el componente principal de la cáscara de arroz y constituye aproximadamente el 38-45% de su peso. Es un polisacárido que le da a la cáscara su estructura y resistencia.

Lignina: es otro componente importante, que representa alrededor del 16-25% del peso de la cáscara de arroz. Es un polímero complejo que proporciona rigidez y resistencia mecánica.

Hemicelulosa: es un polisacárido que constituye alrededor del 25-35% de la cáscara de arroz. Ayuda a mantener la estructura de la cáscara y también puede desempeñar un papel en su resistencia al agua.

Sílice: La cáscara de arroz contiene una cantidad significativa de sílice, que puede variar entre el 15-20% de su peso. La sílice es un mineral que contribuye a la dureza y resistencia de la cáscara.

Otros componentes: Contiene pequeñas cantidades de lípidos, proteínas, polifenoles y minerales.

Propiedades Físicas De La Ceniza De Cascara De Arroz

Según Xinyu (2015), Algunas de las propiedades físicas de la ceniza de cascara de arroz son: Color, la ceniza de cascara de arroz suele tener un color blanco o gris claro.

Densidad: La densidad de la ceniza de cascara de arroz puede variar, pero por lo general tiene una densidad baja.

Tamaño de partícula: La ceniza de cascara de arroz puede tener diferentes tamaños de partícula, desde partículas finas hasta gránulos más grandes.

Porosidad: La ceniza de cascara de arroz es altamente porosa, lo que le confiere propiedades absorbentes.

Solubilidad: La ceniza de cascara de arroz es insoluble en agua y otros solventes comunes.

Punto de fusión: El punto de fusión de la ceniza de cascara de arroz varía en función de su composición, pero suele estar por encima de los 600 grados Celsius.

Conductividad térmica: La ceniza de cáscara de arroz tiene una baja conductividad térmica, lo que la hace útil como aislante térmico.

Textura: La ceniza de cáscara de arroz puede tener una textura fina y suave al tacto.

Estabilidad química: La ceniza de cascara de arroz es químicamente estable, lo que le confiere resistencia a la descomposición o descomposición química.

Composición Química De La Ceniza De Cascara De Arroz

La ceniza de la cáscara de arroz es rica en minerales y oligoelementos esenciales para las plantas, incluyendo sílice, potasio, calcio, magnesio, fósforo, hierro, zinc, cobre y manganeso. La composición química exacta de la ceniza de cáscara de arroz puede variar dependiendo de la fuente y el método de procesamiento, pero en general, se estima que contiene alrededor del 15-20% de sílice, 10-15% de potasio, 5-10% de calcio y magnesio, 1-2% de fósforo y trazas de otros minerales. La ceniza de cáscara de arroz también puede contener pequeñas cantidades de carbono orgánico, nitrógeno y otros compuestos no minerales (Varón, 2005).

Aplicaciones De La Ceniza De Cáscara De Arroz

La ceniza de cáscara de arroz tiene diferentes aplicaciones, como:

Cemento y materiales de construcción: Se llega a utilizar como aditivo en la producción de cemento, ayudando a mejorar la resistencia y la durabilidad de los materiales, así como a reducir la generación de calor durante el proceso de fraguado.

Agricultura: Se puede utilizar como fertilizante orgánico o enmienda del suelo. Contiene nutrientes esenciales como potasio y fósforo, que son beneficiosos para el crecimiento de las plantas y puede ayudar a mejorar la calidad del suelo.

Tratamiento de aguas: Puede ser utilizada en el tratamiento de aguas residuales. Se ha demostrado que tiene propiedades absorbentes y puede ayudar a eliminar metales pesados y contaminantes de las aguas (Jamil et al., 2013).

Componentes De La Paja De Trigo

Los componentes principales de la paja de trigo son: Celulosa: es el componente más abundante y es responsable de la estructura rígida de la paja.

Hemicelulosa: es un tipo de carbohidrato que compone una parte significativa de la paja de trigo.

Lignina: es un polímero complejo que refuerza la estructura de la paja y le proporciona resistencia y rigidez.

Proteínas: la paja de trigo también contiene pequeñas cantidades de proteínas.

Grasas y aceites: aunque en cantidades mínimas, la paja de trigo también contiene pequeñas cantidades de grasas y aceites.

Minerales: la paja de trigo contiene varios minerales esenciales, como potasio, calcio y magnesio.

Agua: la paja de trigo también contiene una cantidad variable de agua, dependiendo de la humedad del ambiente (Erick et al., 2014).

2.3. Marco Conceptual

Adobe Tradicional

Según la norma E0.80 diseño y construcción con tierra reforzada(2017), nos dice que el adobe es “unidad de tierra cruda, que puede estar mezclada con paja u arena gruesa para mejorar su resistencia y durabilidad”, (p.8). siendo un material de construcción tradicional. Aunque el adobe es un material económico y fácil de trabajar, tiene la desventaja de ser vulnerable a la humedad, el desgaste y la erosión.

Adobe Estabilizado

Según Nieto & Tello (2019) un Adobe estabilizado es una técnica de construcción en la que se utiliza el adobe como material principal de la estructura, pero se le añaden elementos adicionales para mejorar sus propiedades de resistencia y durabilidad. Para estabilizar el adobe y mejorar su resistencia al agua y a los elementos externos, se pueden agregar diferentes materiales como cemento, cal, ceras o resinas, entre otros. Estos materiales actúan como estabilizadores, fortaleciendo la estructura y aumentando su resistencia a la humedad y otros

factores climáticos. La técnica de adobe estabilizado se utiliza principalmente en la construcción de viviendas y edificaciones sostenibles, donde se busca combinar las ventajas del adobe como material sostenible y de bajo costo, con la necesidad de mejorar su resistencia y durabilidad.

Paja

La paja son tallos de plantas, como trigo, arroz, maíz, caña de azúcar, entre otros, y que se utilizan en la construcción de viviendas. Este material es utilizado principalmente como aislante térmico y acústico, ya que posee propiedades que permiten regular la temperatura y minimizar la propagación del sonido (Yuste,2015).

Cáscara De Arroz

Según Varón (2005) la cáscara de arroz es la capa externa y protectora del grano de arroz y es un subproducto de la industria arrocera. Es la parte que se retira durante el proceso de descascarillado o pelado del arroz. La cáscara de arroz es de color marrón claro y tiene una textura dura y fibrosa. Aunque no es comestible para los seres humanos, tiene diversos usos en diferentes industrias, como la alimentaria, la agrícola y la de la construcción(p.129).

Ceniza De Cáscara De Arroz

La ceniza de cáscara de arroz es un subproducto resultante de la quema de la cáscara de arroz como combustible. Después de quemar la cáscara de arroz, se recogen las cenizas que quedan como residuo. Estas cenizas pueden contener una cantidad significativa de minerales y compuestos inorgánicos, como sílice, potasio, fósforo y calcio(Panta, 2024).

Ensayos De Laboratorio

Según el libro "Laboratory Handbook for General Chemistry" de James G. Speight(2018), Los ensayos de laboratorio son pruebas y análisis que se realizan en un entorno controlado y utilizando equipos especializados para obtener información y datos precisos sobre diversos materiales, productos o sustancias. Estos ensayos se realizan para evaluar propiedades físicas, químicas, mecánicas, eléctricas, estructurales, entre otras, y son fundamentales para garantizar la calidad y seguridad de diferentes productos y procesos.

Ensayos de resistencia: se realizan para evaluar la resistencia mecánica de materiales como metales, cerámicas, plásticos, hormigón, entre otros. Ejemplos de ensayos son el ensayo de tracción, compresión o flexión.

Ensayos de dureza: se utilizan para evaluar la dureza de diferentes materiales, como el ensayo de dureza Brinell, Rockwell o Vickers.

Ensayos de corrosión: permiten evaluar la resistencia de los materiales a la corrosión, como el ensayo de inmersión en soluciones corrosivas o el ensayo de corrosión acelerada mediante la aplicación de agentes corrosivos.

Ensayos de análisis químico: se realizan para determinar la composición química de sustancias o materiales, mediante técnicas como espectroscopia, cromatografía o análisis elemental.

Resistencia a La Compresión

La resistencia a la compresión es la capacidad de un material para resistir la compresión o la presión aplicada sobre él sin sufrir deformación permanente o fractura. Es una propiedad mecánica importante que se utiliza para evaluar la calidad y la durabilidad de los materiales.

La resistencia a la compresión se suele expresar generalmente en unidades de presión, como megapascuales (MPa) o libras por pulgada cuadrada (psi). Se obtiene sometiendo una muestra del material a una carga de compresión gradual y midiendo la carga máxima que puede soportar antes de colapsar.

Las unidades en la que expresaran los resultados de resistencia de tierra reforzada son en kgf/cm² (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2017).

Influencia Del Uso De Ceniza De Cáscara De Arroz En El Mejoramiento De Resistencia Del Adobe.

Como nos dice Ahmari, S., Zhang, L., Kinomura, T., & Fukuda, D. (2012), el uso de la ceniza de cáscara de arroz como estabilizante en el adobe puede mejorar su resistencia de varias formas:

Mejora de la plasticidad: Este producto llega a actuar como un agente aglutinante, mejorando la plasticidad de la mezcla de adobe. Esto ayuda a que las partículas individuales de suelo se adhieran mejor entre sí, aumentando la cohesión del adobe y así su resistencia.

Mayor densidad: La adición de ceniza de cáscara de arroz puede aumentar la densidad del adobe. Esto se debe a que la ceniza se compacta con mayor facilidad, permitiendo que se alcance una mayor compacidad en la mezcla. Una mayor densidad implica una reducción de la porosidad en el adobe, lo que mejora su resistencia y reduce su susceptibilidad a la humedad y los cambios climáticos.

Mayor resistencia a la compresión: La ceniza de cáscara de arroz es rica en sílice y carbonato de calcio, que son materiales que aportan resistencia. Al incorporar estos componentes a la mezcla de adobe, se mejora su capacidad para soportar cargas de compresión y aumenta su resistencia estructural.

Menor contracción y fisuración: La ceniza de cáscara de arroz tiene propiedades puzolánicas, lo que significa que se activa bajo la presencia de humedad y se endurece con el tiempo. Al añadir la ceniza a la mezcla de adobe, se reduce la contracción y la fisuración durante el proceso de secado, lo que contribuye a una mayor durabilidad y resistencia del material final.

Al mejorar su resistencia hace que el adobe sea más duradero y adecuado para su uso en construcciones.

Paja Utilizada En La Construcción

El concepto de utilizar paja en la construcción se basa en la idea de aprovechar un material de bajo costo, abundante y respetuoso con el medio ambiente para la creación de viviendas sostenibles. La paja se une con otros materiales, como barro, arcilla o cal, para formar paneles o bloques que pueden ser utilizados para la construcción de muros, techos o pisos. Además de ser un material aislante, la paja también posee propiedades de resistencia al fuego, siempre y cuando sea tratada adecuadamente. Esto la convierte en una opción viable para la construcción de edificaciones seguras y duraderas (Yuste,2015).

Norma E.080 Diseño Y Construcción Con Tierra Reforzada

Según la misma norma E 0.80(2017), nos dice que establece los criterios para el diseño y construcción de estructuras utilizando tierra reforzada como material principal. Esta norma define los requisitos técnicos y especificaciones que deben seguirse para garantizar la seguridad y durabilidad de las estructuras construidas con este material.

Se especifica la resistencia mínima que debe tener el suelo utilizado, así como la cantidad y tipo de refuerzos que deben incorporarse para garantizar la estabilidad de la estructura. También se establecen las recomendaciones para la preparación del suelo antes de su construcción, como la compactación y nivelación adecuada. Además, se incluyen especificaciones para la colocación y compactación de la tierra reforzada, así como los métodos de prueba necesarios para verificar la calidad del trabajo realizado.

Su cumplimiento es fundamental para asegurar la calidad de las construcciones y evitar posibles fallas o problemas en el futuro.

2.4. Sistema De Hipótesis, Variables e Indicadores

Hipótesis

La adición de ceniza de cáscara de arroz mejora la resistencia del adobe

Variables

Tabla 1

Variable independiente y dependiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Ceniza de cáscara de arroz	Es un producto de la quema de la cascarilla de arroz, que es usado en una amplia gama de aplicaciones, desde mejoradores del suelo y pesticidas a los absorbentes de derrames de petróleo y materiales de aislamiento. (Natalie Andrews,2021)	Después de la quema de la cascara de arroz, se propone un modelo para definir los porcentajes a agregar al adobe, teniendo en cuenta propiedades químicas como el silicio, el aluminio y el hierro, con porcentajes precisos y fichas de evaluación química de cenizas.	Selección de la adecuada cascara de arroz	4%, 8% y 11% de ceniza de cascara de arroz	Balanza electrónica
Adobe	ADOBE: Unidad de tierra cruda, que puede estar mezclada con paja u arena gruesa para mejorar su resistencia y durabilidad. (Norma E.080, 2017)	Son las diferentes propiedades, factores que presenta el adobe en su composición, ya sea la capacidad que tiene para soportar cargas.	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Ensayos de laboratorio, siguiendo los parámetros establecidos en la norma E080 RNE

III. METODOLOGIA EMPLEADA

3.1. Tipo y Nivel De Investigación

Tipo De Investigación

Según su enfoque. Investigación mixta, debido a que en el enfoque cualitativo se recolectarán datos de manera observatorio al inicio de la investigación y a su vez se en el enfoque cuantitativo se obtendrán resultados matemáticos del ensayo realizado a las diferentes muestras.

Según su finalidad. Investigación aplicada, porque con los datos obtenidos servirá para conocimientos respecto al adobe y así poder aplicarlos de manera cotidiana, mejorando la calidad del material y su construcción.

Según su nivel. Investigación descriptiva, ya que nuestra variable será sometida a ensayos y se especificaran sus distintas propiedades.

Según su temporalidad. Investigación transversal, porque los estudios se realizarán en un corto periodo de tiempo.

3.2. Población y Muestra De Estudio

Población

Está conformada por unidades de adobe cuyas medidas son de 14 x 28 x10 cm, cumpliendo con lo establecido de la norma E-080 del RNE, el cual establece requisitos y criterios técnicos de diseño para edificaciones de tierra reforzada, también se tiene en cuenta las medidas del molde para realizar los adobes que son de 15x29x11cm, siendo este un centímetro mas ya que al secar el adobe se contrae. Las proporciones que se les agregara de ceniza de cascara de arroz son en 4%, 8% y 11% referente al peso del adobe; con la finalidad de evaluar el aumento de la resistencia a la compresión.

Muestra

En esta investigación utilizo un total de 42 unidades de adobes, de acuerdo con las cantidades mínimas requeridas de muestras por la norma E-080 diseño y construcción con tierra reforzada; la cual nos indica que como mínimo son 6 unidades por cada muestra a realizar, los bloques de adobe están conformados por tierra, agua, ceniza de cascara de arroz (CCA) y paja.

En la tabla 2 se tiene mayor detalle de los bloques de adobe realizados con sus diferentes dosificaciones.

Tabla 2

Distribución de muestras

Muestra	Tipo de Adobe
6	Adobe tradicional de tierra y paja
6	Adobe con tierra, paja y 4% de ceniza de cáscara de arroz
6	Adobe con tierra, paja y 8% de ceniza de cáscara de arroz
6	Adobe con tierra, paja y 11% de ceniza de cáscara de arroz
6	Adobe con tierra y 4% de ceniza de cáscara de arroz
6	Adobe con tierra y 8% de ceniza de cáscara de arroz
6	Adobe con tierra y 11% de ceniza de cáscara de arroz

3.3. Diseño De Investigación

Esta investigación es de tipo semi experimental debido a que se van a manipular las variables, y la cual de acuerdo con la esta manipulación se tendrá cambios en una de las variables.

3.4. Técnicas e Instrumentos De Investigación

Técnicas

Utilizaremos el método de observación mediante la recolección de datos en laboratorio y muestras de campo, estos datos se almacenaron en tablas de Excel y fichas técnicas de laboratorio. Los cuales nos permitirán obtener información necesaria para el análisis.

Instrumentos

Para el trabajo de campo y la recolección de datos en laboratorio, nos ayudaremos con la establecida norma E.080 del RNE, que especifica los parámetros y procedimientos para la realización de los bloques de adobe, también para la evaluación del ensayo a la compresión que se realizará en laboratorio.

3.5. Procesamiento y Análisis De Datos

Ceniza de cáscara de arroz

La recolección de la cáscara de arroz se realizó en una molinera de el caserillo monte verde, distrito las lomas, departamento de Piura, provincia de Piura (mapa de ubicación anexo 3).

Imagen 1

Cáscara de arroz



Para la obtención de la ceniza se procedió al quemado de la cáscara de arroz de manera controlada, la cual tuvo una duración de 48 horas, logrando quemar 5 sacos, luego de su enfriado se procedió a envasar y se obtuvo dos sacos de ceniza de cascara de arroz.

Imagen 2

Quemado de la cáscara de arroz



Posterior al traslado de la ceniza al lugar donde se realizaron los adobes, se procedió a cernir la ceniza para así obtener sus partículas más finas y evitar residuos de cascara no quemadas.

Imagen 3

Cernido de ceniza



Pruebas del suelo

Según la norma E.080 diseño y construcción con tierra reforzada, nos indica que se debe de hacer la prueba de presencia de arcilla o resistencia seca al suelo que se piensa utilizar. Se realizo cuatro bolitas de la tierra a utilizar, dejando secar por 48 horas, luego de su secado se procedió a hacer la prueba para adquirir la presencia de arcilla, se presionaron fuertemente entre el dedo pulgar y el índice de la mano, al ser presionadas no se rompieron, lo cual nos indica que es un suelo adecuado para la realización de los bloques de adobe.

Imagen 4

Prueba de presencia de arcilla o resistencia seca



Diseño de materiales mezclados

Para la correcta realización de los bloques de adobe se procedió a calcular las cantidades de ceniza de cascara de arroz que se requiere para la realización del adobe tradicional y experimental.

Tabla 3*Dosificaciones de suelo con ceniza de cascara de arroz*

%Suelo	4% CCA	%Agua
7 kg	0.280 kg	1.4 Lt
%Suelo	8 %CCA	%Agua
7 kg	0.560 kg	1.4 Lt
%Suelo	11 %CCA	%Agua
7 kg	0.770 kg	1.4 Lt

Tabla 4*Dosificaciones de suelo, paja y ceniza de cascara de arroz*

%Suelo	%Paja	4% CCA	%Agua
6 kg	0.500kg	0.240 kg	1.4 lt
%Suelo	%Paja	8% CCA	%Agua
6 kg	0.500kg	0.480 kg	1.4 lt
%Suelo	%Paja	11% CCA	%Agua
6 kg	0.500kg	0.660 kg	1.4 lt

Realización de bloques de adobe

Una vez seleccionada la tierra a utilizar, se sometió al proceso de dormido (hidratación) durante 48 horas, transcurrido este tiempo se procedió a hacer las diferentes muestras de adobes. Primero se realizó las 6 unidades de adobe tradicional compuesto de tierra con paja, se cortó la paja y se procedió a agregar al barro para que se integrara, luego se moldeó.

Imagen 5*Cortado de paja*

Como segundo paso de realizo el segundo prototipo de adobes, que consta de tierra, paja y porcentajes de ceniza de cascara de arroz. Se peso la ceniza de arroz de acuerdo con el peso del adobe en proporciones de 4%, 8% y 11% respectivamente, luego se mezclo junto al barro y la paja, y se procedió a moldear los adobes.

Por último, se realizó el tercer prototipo de adobe que se constituye por tierra y ceniza de cascara de arroz en las mismas cantidades de 4%, 8%, 11% utilizadas anteriormente.

Después de la realización de los adobes, se procedió a dejar secar bajo sombra durante 28 días, teniéndole un control continuo de su secado.

Imagen 6

Pesado de ceniza de cascara de arroz.



Imagen 7

Moldeado de adobe



IV. PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1. Propuesta De Investigación

En esta investigación se busca mejorar la resistencia del adobe tradicional agregándole diferentes porcentajes de ceniza de la cascara de arroz. La cual se trabajará con diferentes muestras, como primera muestra tenemos el adobe tradicional (tierra y paja), segunda muestra tenemos paja, tierra y 4%, 8% y 11% de ceniza de cascara de arroz, como última muestra tenemos el adobe que es tierra y 4%, 8% y 11% de ceniza de cascara de arroz. Dichas muestras fueron sometidas a la prueba de ensayo a la compresión, obteniendo su resistencia y de acuerdo con ello se pudo obtener la mejor dosificación para la fabricación del adobe.

4.2. Análisis e Interpretación De Resultados

La prueba de resistencia a la compresión se realizó a 42 unidades de adobes, de los cuales son 6 de cada muestra y dosificación, así nos señala la norma E.080 diseño y construcción con tierra reforzada. Los resultados de resistencia a la compresión de las diferentes muestras del adobe tradicional y experimental son:

Tabla 5

Resultados de resistencia a la compresión del adobe tradicional

Adobe Tradicional	Resistencia a la Compresión kgf/cm²
Adobe 1	15.95
Adobe 2	11.69
Adobe 3	10.17
Adobe 4	10.00
Adobe 5	10.08
Adobe 6	10.80

Según las indicaciones del RNE. E.080, nos indica que, de acuerdo con los resultados obtenidos de cada muestra, se debe de promediar las cuatro mejores muestras para obtener la resistencia, así que en esta muestra tomaremos el adobe 1, adobe 2, adobe 3 y adobe 6, y procederemos a promediar, y así podremos obtener la resistencia a la compresión de dicha muestra.

Tabla 6

Promedio de las 4 mejores muestras de la resistencia del adobe tradicional

Adobe Tradicional	Resistencia a la Compresión	
Adobe 1	15.95	kgf/cm ²
Adobe 2	11.69	kgf/cm ²
Adobe 3	10.17	kgf/cm ²
Adobe 6	10.80	kgf/cm ²
Promedio	12.15	kgf/cm²

Sacando el promedio de las 4 mejores muestras de 6, obtenemos que la resistencia ultima es de 12.15 kgf/cm².

Tabla 7

Resultados de resistencia a la compresión del adobe de Tierra + Paja + 4%, 8% y 11% de Ceniza de Cáscara de Arroz (CCA)

Adobe (Tierra + paja + % CCA)	Resistencia a la Compresión kgf/cm²		
	4% CCA	8% CCA	11% CCA
Adobe 1	16.38	15.96	16.42
Adobe 2	21.14	23.34	26.53
Adobe 3	22.72	24.53	13.62
Adobe 4	16.58	15.21	19.05
Adobe 5	20.44	24.21	23.34
Adobe 6	26.36	20.64	20.88

Dadas las indicaciones del RNE. E.080, nos indica que, de acuerdo con los resultados obtenidos de cada muestra, se debe de promediar las cuatro mejores muestras, por ende, en las siguientes tablas se sacara el promedio del primer prototipo de adobe mejorado referente a los diferentes porcentajes de la ceniza de cascara de arroz agregados, para así obtener la resistencia que tiene este prototipo de adobe.

Tabla 8

Promedio de las 4 mejores muestras de la resistencia del adobe de tierra + paja + 4% de ceniza de cáscara de arroz.

Adobe (Tierra + Paja + 4%CCA)	Resistencia a la Compresión	
Adobe 2	21.14	kgf/cm ²
Adobe 3	22.72	kgf/cm ²
Adobe 5	20.44	kgf/cm ²
Adobe 6	26.36	kgf/cm ²
Promedio	22.67	kgf/cm²

Sacando el promedio de las 4 mejores muestras de 6, obtenemos que la resistencia última de esta muestra de tierra + paja+ 4% de ceniza de cáscara de arroz es de 22.67 kgf/cm².

Tabla 9

Promedio de las 4 mejores muestras de la resistencia del adobe de tierra + paja + 8% de ceniza de cáscara de arroz.

Adobe (Tierra + Paja + 8%CCA)	Resistencia a la Compresión	
Adobe 2	23.34	kgf/cm ²
Adobe 3	24.53	kgf/cm ²
Adobe 5	24.21	kgf/cm ²
Adobe 6	20.64	kgf/cm ²
Promedio	23.18	kgf/cm²

Sacando el promedio de las 4 mejores muestras de 6, obtenemos que la resistencia última es de 23.18 kgf/cm².

Tabla 10

Promedio de las 4 mejores muestras de la resistencia del adobe de tierra + paja + 11% de ceniza de cáscara de arroz.

Adobe (Tierra + Paja +11%CCA)	Resistencia a la Compresión	
Adobe 2	26.53	kgf/cm ²
Adobe 4	19.05	kgf/cm ²
Adobe 5	23.34	kgf/cm ²
Adobe 6	20.88	kgf/cm ²
Promedio	22.45	kgf/cm²

Sacando el promedio de las 4 mejores muestras de 6, obtenemos que la resistencia última es de 22.45 kgf/cm².

Tabla 11

Resultados de resistencia a la compresión del adobe de Tierra + 4%, 8% y 11% de Ceniza de Cáscara de Arroz (CCA).

Adobe (Tierra + % CCA)	Resistencia a la Compresión kgf/cm²		
	4% CCA	8% CCA	11% CCA
Adobe 1	15.94	22.94	15.54
Adobe 2	16.69	14.77	18.26
Adobe 3	13.10	16.61	19.91
Adobe 4	16.90	14.14	15.80
Adobe 5	16.20	17.08	20.79
Adobe 6	21.82	20.82	18.62

Dadas las indicaciones del RNE. E.080, nos indica que, de acuerdo con los resultados obtenidos de cada muestra, se debe de promediar las cuatro mejores muestras, por ende, en las siguientes tablas se sacara el promedio del segundo

prototipo de adobe mejorado referente a los diferentes porcentajes de la ceniza de cascara de arroz.

Tabla 12

Promedio de las cuatro mejores muestras de la resistencia del adobe de tierra + 4% de ceniza de cáscara de arroz.

Adobe (Tierra + 4%CCA)	Resistencia a la Compresión	
Adobe 2	16.69	kgf/cm ²
Adobe 4	16.90	kgf/cm ²
Adobe 5	16.20	kgf/cm ²
Adobe 6	21.82	kgf/cm ²
Promedio	17.90	kgf/cm²

La resistencia última de este prototipo de adobe de tierra + 4% de ceniza de cáscara de arroz, se obtuvo sacando el promedio de las 4 mejores muestras (adobe 2, adobe 4, adobe 5 y adobe 6) de 6 muestras, lo cual nos da como resultado 17.90 kgf/cm²

Tabla 13

Promedio de las cuatro mejores muestras de la resistencia del adobe de tierra + 8% de ceniza de la cascara de arroz.

Adobe (Tierra + 8%CCA)	Resistencia a la Compresión	
Adobe 1	22.94	kgf/cm ²
Adobe 3	16.61	kgf/cm ²
Adobe 5	17.08	kgf/cm ²
Adobe 6	20.82	kgf/cm ²
Promedio	19.36	kgf/cm²

La resistencia última de este prototipo de adobe se obtuvo sacando el promedio de las 4 mejores muestras de 6, lo cual nos da como resultado 19.36 kgf/cm²

Tabla 14

Promedio de las cuatro mejores muestras de la resistencia del adobe de tierra + 11% de ceniza de la cáscara de arroz.

Adobe (Tierra + 11%CCA)	Resistencia a la Compresión	
Adobe 2	18.26	kgf/cm ²
Adobe 3	19.91	kgf/cm ²
Adobe 5	20.79	kgf/cm ²
Adobe 6	18.62	kgf/cm ²
Promedio	19.40	kgf/cm²

La resistencia última de este prototipo de adobe se obtuvo sacando el promedio de las 4 mejores muestras de 6, lo cual nos da como resultado 19.40 kgf/cm²

Tabla 15

Resumen de Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de las diferentes muestras de adobe mejorado.

Muestras	Resistencia	Unidad
Adobe Patrón	12.15	kgf/cm ²
Tierra + paja + 4% CCA	22.67	kgf/cm ²
Tierra + paja + 8% CCA	23.18	kgf/cm ²
Tierra + paja + 11% CCA	22.45	kgf/cm ²
Tierra + 4%CCA	17.90	kgf/cm ²
Tierra + 8%CCA	19.36	kgf/cm ²
Tierra + 11%CCA	19.40	kgf/cm ²

En la tabla resumen contamos con las resistencias de las diferentes muestras realizadas, lo cual se aprecia que todas son superiores a la resistencia del adobe patrón.

Gráfico 1

Comparación entre el adobe tradicional y Adobe de Tierra + Paja +% de CCA

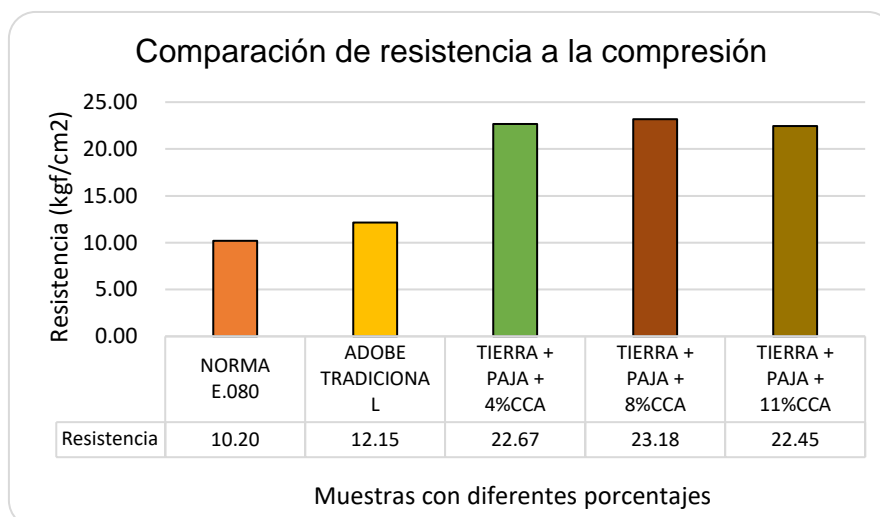
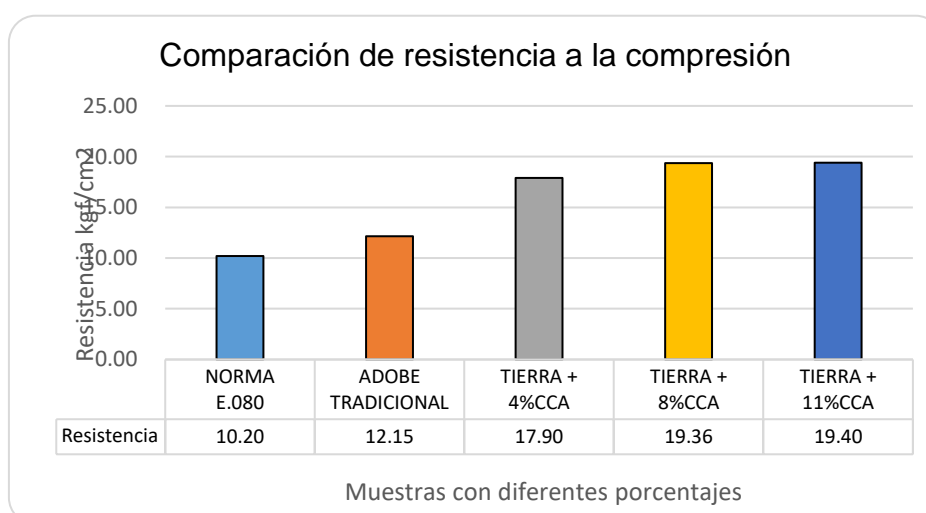


Gráfico 2

Comparación entre el adobe tradicional y Adobe de Tierra +% de CCA



Los gráficos presentados son la comparación de los diferentes resultados de resistencia a la compresión de la resistencia mínima dada por la norma E.080, el adobe tradicional y las diferentes muestras que se realizaron.

4.3. Docimasia De Hipótesis

De acuerdo con nuestra hipótesis planteada “La adición de ceniza de cáscara de arroz mejora la resistencia de un adobe”, con el análisis de los resultados obtenidos de la prueba de resistencia a compresión a las diferentes muestras, damos como comprobada, acertada y validada nuestra hipótesis, debido a que los diversos porcentajes de ceniza de arroz agregados a los adobes si mejoro su resistencia.

V. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Los datos obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión fueron muy favorables ya que si se logro aumentar la resistencia de las muestras planteadas. El adobe tradicional tuvo una resistencia de 12.15 kgf/cm² la cual en comparación con lo establecido en la noma. Lo cual aumenta en un 19.12 %.

En la primera muestra que consta de 18 adobes la cual es elaborado por tierra + paja + 4%. 8% y 11% de ceniza de cáscara de arroz, la cual nos da una resistencia de 22.67, 23.18 y 22.45 kgf/cm² respectivamente, aumentando una resistencia de 84.77% a 90.78 %.

La segunda muestra consta de 18 adobes y están elaborados de tierra y 4%. 8% y 11% de ceniza de cáscara de arroz, y nos da una resistencia de 17.90, 19.36, y 19.40 kgf/cm² respectivamente, aumentando su resistencia en un porcentaje de 47.33% a 59.67%, la cual en esta dosificación se ve que entre más alto es el porcentaje de ceniza más aumenta su resistencia.

Otro estudio de revisión relevante, según Rocca (2020) en su investigación evaluación de las propiedades del adobe adicionando ceniza de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar como estabilizante, respecto a la adición de ceniza de cascara de arroz, se obtuvo como resultado las siguientes resistencias: adobe patrón=9.27kgf/cm², 2.5%=10.495 kgf/cm², 7.5%=13.055kgf/cm², y 12.5%=12.65kgf/cm², lo cual nos indica que a mayor porcentaje de este agregado menor fue su resistencia, siendo su mayor resistencia de 13.055kg/cm².

En el caso de león (2019) en resistencia a la compresión en adobe, estabilizando en 2% y 3% con ceniza de cascara de huevo y cáscara de arroz, tiene como resultado que el adobe patrón tuvo una resistencia de: 10dias:13.61 kg/cm², 20dias:15.77 kg/cm² y a 30dias:16.24 kg/cm², adobe experimental 1: 10dias:11.24 kg/cm², 20dias:13.50 kg/cm² y a 30dias:14.30 kg/cm², y adobe experimental 2: 10dias:10.57 kg/cm², 20dias:13.35 kg/cm² y a 30dias:15.27 kg/cm², lo que indica que ninguna de las dosificaciones llega a sobrepasar la resistencia del adobe patrón, siendo de 16.24 kg/cm² su mayor resistencia.

La comparación de nuestra investigación y las realizadas en otros estudios, nos afirma que los resultados obtenidos en esta investigación son superiores en comparación a los obtenidos en las investigaciones que se tuvieron de apoyo.

CONCLUSIONES

El adobe tradicional (tierra y paja) evaluado en esta investigación, nos dio como resultado una resistencia de 11.45 kgf/cm², siendo superior a la resistencia última (10.20kg/cm²) que nos indica la norma E.080 diseño y construcción con tierra reforzada.

De acuerdo con los resultados del ensayo de resistencia a la compresión la dosificación óptima en el diseño del adobe mejorado es el adobe hecho de tierra, paja y 8% de ceniza de cáscara de arroz (CCA), llegando a mejorar en un 80.35% respecto al adobe tradicional evaluado, siendo esta dosificación la más adecuada.

De los resultados obtenidos de las muestras con diferentes porcentajes de la ceniza de cáscara de arroz, se tomaron las cuatro mejores muestras de las seis obtenidas, para sacar la resistencia promedio de cada muestra de adobe, mediante la cual se obtuvo que:

La muestra de adobe de tierra + paja + 4% de ceniza de cáscara de arroz, obtuvo una resistencia de 22.67 kgf/cm² siendo 86.58% mayor que la resistencia promedio obtenida en el adobe tradicional de 12.15 kgf/cm².

La muestra del adobe a base de tierra + paja + 8% de CCA, obtuvo una resistencia de 23.18 kgf/cm² siendo 90.78% mayor que la resistencia promedio obtenida en el adobe tradicional de 12.15 kgf/cm²; siendo esta la mayor resistencia a la compresión obtenida en este tipo de muestra.

La muestra del adobe de tierra + paja + 11% de CCA, obtuvo una resistencia de 22.45 kgf/cm² siendo 84.77% mayor a la resistencia promedio del adobe tradicional de 12.15 kgf/cm²; en este porcentaje utilizado, bajó su resistencia en comparación del primer porcentaje de 4% de ceniza.

De los diferentes porcentajes de ceniza utilizados en esta muestra de adobe de tierra + paja + % CCA, se concluye que en los tres porcentajes utilizados si se obtuvo una resistencia más alta que la del adobe tradicional, también se concluye que entre más alto es el porcentaje de ceniza que se le agrega, comienza a bajar la resistencia del adobe.

De acuerdo con la segunda dosificación de la muestra de adobe de tierra + % ceniza de cascara de arroz, las resistencias obtenidas fueron:

El adobe de tierra y 4% de CCA obtuvo como resistencia 17.90 kgf/cm², lo cual es mayor a la resistencia obtenida del adobe tradicional de 12.15 kgf/cm², este prototipo de muestra obtuvo una mejora de 47.33% en su resistencia.

El adobe de tierra y 8% de CCA obtuvo como resistencia 19.36 kgf/cm², lo cual es mayor a la resistencia obtenida en el adobe tradicional de 12.15 kgf/cm², obteniendo así una mejora de un 59.34% en su resistencia.

El adobe de tierra y 11% de CCA obtuvo como resistencia 19.40 kgf/cm², lo cual es mayor a la resistencia obtenida en el adobe tradicional de 12.15 kgf/cm², llegando a tener un aumento de 59.67% en su resistencia, siendo esta dosificación la mejor en su resistencia.

De acuerdo con este prototipo de adobe se concluye que las tres muestras con las diferentes dosificaciones si logra ser más resistente a los adobes tradicionales, también se concluye que entre más alto sea el porcentaje de ceniza de cáscara de arroz, mayor fue su resistencia del adobe.

RECOMENDACIONES

Las propiedades con las que cuenta la ceniza de cascara de arroz son muy beneficiosas para el aumento de la resistencia del adobe, por tal motivo se recomienda apropiado su uso al momento de elaborar adobes.

En el caso de adobes de tierra y solo adicionándole ceniza de cáscara de arroz se recomienda seguir investigando con dosificaciones mayores, teniendo como finalidad evaluar el incremento de su resistencia.

Ante la realización de bloques de adobe se recomienda siempre seguir con los parámetros establecidos por la norma E.080 de diseño y construcción con tierra reforzada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmari, S., Zhang, L., Kinomura, T., & Fukuda, D. (2012). *Mechanical and durability properties of starch-bound earth-based materials stabilized using enzyme-producing bacteria and cement kiln dust*. *Construction and Building Materials*, 29, 10-27.
- Augusto, G. U. H. (2019). *Mejoramiento del adobe en sus propiedades físicas y mecánicas agregándole fibra de viruta en su composición*. Recuperado 27 de mayo de 2023, de <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/3151>
- Características generales del adobe como material de construcción - EcoSur: Tejas de Concreto, Cemento Puzolánico, Adobe, EcoMateriales. (n.d.). <https://www.ecosur.org/index.php/es/ecomateriales/adobe/712-caracteristicas-generales-del-adobe-como-material-de-construccion>
- Carreño Suncion, J.L. y Niño Rivera, T.E. (2021). *Nivel de aceptación de la población a la impermeabilización de sus edificaciones de adobe en el A. H San Pedro- distrito Ayabaca- provincia Ayabaca-departamento Piura* [Tesis para Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Piura]. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3152>
- Cáscaras de arroz: cómo usar como fertilizante en el jardín, características de composición y aplicación. (2018). <https://farms-es.desiguxpro.com/posadka/ogorod/zlaki/ris/sostav-i-primenienie-sheluhi.html>
- Construcción con adobe: técnica y componentes. (n.d.). ArchiBase. <https://www.arquibase.com/construcciones-de-adobe.html>
- Danilo, M. R. C. (2020). *Evaluación de las propiedades del adobe adicionando ceniza de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar como estabilizantes*, Ferreñafe 2020. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57669>
- Erick, R., Montero, G., Toscano, L., & Beleno, M. T. (2014). Determinación de los principales componentes de la biomasa lignocelulósica; celulosa, hemicelulosa

y. . . *ResearchGate*.

https://www.researchgate.net/publication/282365664_Determinacion_de_los_principales_componentes_de_la_biomasa_ligonocelulosica_celulosa_hemicelulosa_y_lignina_de_la_paja_de_trigo_para_su_posterior_pretratamiento_biologico

Fermin, C. G. R. (2019, 8 agosto). *Resistencia a la compresión en adobe, estabilizado en 2% y 3% con cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz.*

<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/11411>

Forero Pabón, J. A. (2022, 31 mayo). *Caracterización mecánica de muretes de adobe reforzados con esterilla de guadua*. repositorio.unal.edu.co. Recuperado 11 de junio de 2023, de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81498>

Gonzales vargas, B. F. R. (2022, 4 agosto). *Mejoramiento de las propiedades del adobe con la estabilización de cemento, en viviendas autoconstruidas por familias de bajos recursos económicos en el centro poblado ramis, taraco, huancané - 2021.*

Repositorio institucional, vicerrectorado de investigación. Recuperado 27 de mayo de 2023, de <http://tesis.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/18741>

Guerrero Rivera, M. F. (2019). *“Alternativas de estabilización del adobe para disminuir su contracción volumétrica y agrietamiento”*. repositorio institucional seneca.

Recuperado 8 de junio de 2023, de

<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/44441/u830545.pdf>

Huaranca Quito, E. y Vasquez Ramirez, J.A. (2020). *Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel - Piura - 2020* [Tesis para Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad Cesar Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57402>

Jamil, M., Kaish, A., Raman, S., & Zain, M. (2013). Pozzolanic contribution of rice husk ash in cementitious system. *Construction and Building Materials*, 47, 588–593.

<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.05.088>

Mannise, R. (2012, July 17). *El adobe (ladrillos de barro y paja) - Ecocosas*. Ecocosas.

<https://ecocosas.com/construccion/el-adobe/>

Martínez, A., & García, F. (2017). Efecto de la adición de cal en la durabilidad de adobes: un estudio de caso en una región árida. *Revista de Materiales de Construcción*, 75(395).

Melian, V. (2024, August 16). *Los 7 tipos de adobes que debes conocer para tu construcción*. SIMONTEC.ES.

<https://factorhome.es/construccion/construccion/tipos-de-adobes-para-construccion/>

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2017, 3 abril). *E.080 DISEÑO Y*

CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA. gob.pe. Recuperado 6 de septiembre de 2023, de

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366662/57%20E.080%20DISE%20Y%20CONSTRUCCI%20CON%20TIERRA%20REFORZADA%20-%20RM%20N%20B0%20121-2017-VIVIENDA.pdf?v=1677250657>

Mula, J. A. (2024, March 14). Cascarilla de arroz: guía de aplicaciones en agricultura - Antes Todo Esto Era Campo. *Antes Todo Esto Era Campo*.

<https://www.antestodoestoeracampo.net/cascarilla-de-arroz/>

Nelinho, T. Z. J. (2019). *Evaluación de la Resistencia del Adobe reforzado con paja de trigo para viviendas en el Distrito de Chalaco – Piura, 2019*.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46448>

Olalla, N. S. (2023, May 30). *El adobe en la arquitectura*. Cursos Online Arquitectura.

<https://coarins.com/sostenibilidad/el-adobe-en-arquitectura/>

Panta, H. H. P. (2024). Revisión sistemática de la literatura sobre la mejora de las propiedades físico-mecánicas del concreto con adición de ceniza de cáscara de arroz. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 5(3). <https://doi.org/10.56712/latam.v5i3.2178>

- Portillo, G. (2024, October 14). Construcción ecológica con adobe: historia, técnicas y propiedades. *Renovables Verdes*. <https://www.renovablesverdes.com/que-es-el-adobe/>
- Rodríguez, J. M., & Pérez, M. A. (2018). Estudio experimental de la influencia de diferentes fibras vegetales en las propiedades mecánicas del adobe. *Revista de Ingeniería Civil*, 32(2), 115-128.
- Roy, E. O. (2022, 12 octubre). *Conformación de bloques de adobe con residuos de agave «Angustifolia haw»*. *Estrategia para el Desarrollo local Sustentable en Santa María La Asunción, Zumpahuacán, Estado de México*.
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4150097>
- Soazo, M., Torres, A., Prato, J., & Torres, E. (2017). Caracterización química y mineralógica de la cascara de arroz y su cinética térmica. *Revista INTEC*, 6(1), 69-74.
- Speight, J. G. (2018). *Laboratory Handbook for General Chemistry*. CRC Press.
- Varón Cemargo, J. V. (2005). *Diseño, construcción y puesta a punto de un prototipo de quemador para la combustión continua y eficiente de la cascarilla de arroz*.
Redalyc.org. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47802513>
- Xinyu L., X. C. (2015). A review on recent advances in the comprehensive application of rice husk ash. China: Res Chem Intermed.
- Yuste, P. S. (n.d.). *Arquitectura sostenible y ecológica utilizando paja como material constructivo*. <https://www.certificadosenergeticos.com/arquitectura-sostenible-ecologica-utilizando-paja-material-constructivo>

ANEXOS

Anexo 1

Ceniza de cascara de arroz cernida.



Anexo 2

Bolitas hechas de tipo de tierra a utilizar, para realización de prueba



Anexo 3

Mapa de ubicación de la molinera en el caserillo monte verde - Las Lomas- Piura



Anexo 4

Muestra de adobe constituido por tierra, paja y 11% ceniza de cascara de arroz

**Anexo 5**

Ensayo de resistencia a la compresión a adobe (1/6) de tierra, paja + 11% CCA

**Anexo 6**

Ensayo de resistencia a la compresión a adobe (2/6) de tierra, paja + 11% CCA



Anexo 7

Ensayo de resistencia a la compresión a adobe (3/6) de tierra, paja + 11% CCA

**Anexo 8**

Ensayo de resistencia a la compresión a adobe (4/6) de tierra, paja + 11% CCA

**Anexo 9**

Ensayo de resistencia a la compresión a adobe (5/6) de tierra, paja + 11% CCA



Anexo 10

Ensayo de resistencia a la compresión a adobe (6/6) de tierra, paja + 11% CCA

**Anexo 11**

Muestra de adobe constituido por tierra, paja y 11% ceniza de cascara de arroz

**Anexo 12**

Ensayo de resistencia a la compresión a adobe (1/6) de tierra, paja + 4% CCA



Anexo 13

Ensayo de resistencia a la compresión a adobe (2/6) de tierra, paja + 4% CCA

**Anexo 14**

Ensayo de resistencia a la compresión a adobe (3/6) de tierra, paja + 4% CCA

**Anexo 15**

Ensayo de resistencia a la compresión a adobe (4/6) de tierra, paja + 4% CCA



Anexo 16

Ensayo de resistencia a la compresión a adobe (5/6) de tierra, paja + 4% CCA

**Anexo 17**

Ensayo de resistencia a la compresión a adobe (6/6) de tierra, paja + 4% CCA

**Anexo 18**

Ensayo de resistencia a la compresión a adobe de tierra, paja + 8% CCA



Anexo 19

Ensayo de resistencia a la compresión a adobe de tierra, paja + 8% CCA

**Anexo 20**

Ensayo de resistencia a la compresión a adobe de tierra, paja + 8% CCA

**Anexo 21**

Ensayo de resistencia a la compresión a adobe de tierra, paja + 8% CCA



Anexo 22

Ensayo de resistencia a la compresión a muestras de adobe

**Anexo 23**

Ensayo de resistencia a la compresión a adobe de tierra + 11% CCA

**Anexo 24**

Ensayo de resistencia a la compresión a adobe de tierra + 11% CCA



Anexo 25

Ensayo de resistencia a la compresión a adobe de tierra + 11% CCA

**Anexo 26**

Ensayo de resistencia a la compresión a adobe de tierra + 11% CCA

**Anexo 27**

Muestras de Adobe de tierra + 8% CCA y adobe tradicional



Anexo 28

Ensayo de resistencia a la compresión a adobe de tierra + 4% CCA

**Anexo 29**

Ensayo de resistencia a la compresión a adobe de tierra + 4% CCA

**Anexo 30**

Ensayo de resistencia a la compresión a adobe de tierra+ 4% CCA



Anexo 31

Muestras de Adobe

**Anexo 32**

Muestras de Adobe de tierra, paja+ 8% y 11%CCA.

