



UNAP



**FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN GESTIÓN
AMBIENTAL**

TESIS

**“NIVELES DE CÁSCARA DE ARROZ Y SU INFLUENCIA
SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN LA
FABRICACIÓN DE ADOBE ZUNGAROCOCHA – LORETO.
2019”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

PRESENTADO POR:

ARIES KATRIEL FLORES PANDURO

ASESOR:

ING. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, Dr.

IQUITOS, PERÚ

2019



UNAP

FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE
INGENIERIA EN GESTION AMBIENTAL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 016-CGYT-FA-UNAP-2019



En Iquitos, en el auditorio de la Facultad de Agronomía, a los 14 días del mes de diciembre del 2019, a horas 4:00 p.m, se dio inicio a la sustentación pública de la tesis titulada: **“NIVELES DE CÁSCARA DE ARROZ Y SU INFLUENCIA SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN LA FABRICACIÓN DE ADOBE ZUNGAROCOCHA – LORETO. 2019”**, aprobado con Resolución Decanal N° 058-CGYT-FA-UNAP-2019, presentado por el Bachiller: **ARIES KATRIEL FLORES PANDURO**, para optar el Título Profesional **DE INGENIERO (A) EN GESTIÓN AMBIENTAL** que otorga la Universidad de acuerdo a la Ley y Estatuto.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante Resolución Decanal **N° 011-CGYT-FA-UNAP-2019**, está integrado por:

ING. DARVIN NAVARRO TORRES, Dr
ING. OCTAVIO DELGADO VASQUEZ, M.Sc.
ING. JULIO PINEDO JIMÉNEZ, M.Sc.

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: **SATISFACTORIAMNETE.**

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La Sustentación pública y la Tesis han sido: **APROBADA** con la calificación **BUENA.**

Estando el Bachiller **APTO** para obtener el Título Profesional de **INGENIERO (A) EN GESTIÓN AMBIENTAL**

Siendo las **6:00 p.m.**, se dio por terminado el acto **FELICITANDO.**

ING. DARVIN NAVARRO TORRES, Dr.
Presidente (a)

ING. OCTAVIO DELGADO VASQUEZ, M.Sc.
Miembro

ING. JULIO PINEDO JIMENEZ, M.Sc.
Miembro

ING. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, Dr.
Asesor

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN GESTIÓN
AMBIENTAL**

Tesis aprobada en sustentación pública el 14 de diciembre del 2019, por el jurado ad hoc nombrado por la Dirección de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Gestión Ambiental, para optar el Título Profesional de:

INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL



**ING. DARVIN NAVARRO TORRES, Dr.
Presidente (a)**



**ING. OCTAVIO DELGADO VASQUEZ, M.Sc.
Miembro**



**ING. JULIO PINEDO JIMENEZ, M.Sc.
Miembro**



**ING. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, Dr.
Asesor**



**ING. DARVIN NAVARRO TORRES, Dr.
Decano (e)**

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico a mi **Dios**, quien supo guiarme por un buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder la fe, ni desfallecer en el intento.

A mis **padres**, quienes me dieron vida, educación, apoyo y consejos.

A mis **hermanos**, por apoyar mis decisiones, pues ustedes fueron que me dieron la fortaleza en todo momento que me permitió culminar mi etapa universitaria.

AGRADECIMIENTO

A Dios por su amor y su bondad sin fin, por permitirme ante todos mis logros que son el resultado de su ayuda, por ayudarme a aprender de mis errores y darme cuenta que los pone en frente mío para que mejore como ser humano y crezca de diferente manera.

A mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, a mis familiares por depositar su confianza en mí.

Al Ing. Julio Abel Manrique Del Águila (Asesor) por su apoyo y estímulo en mis primeros años como profesional, así mismo por su guía y asesoramiento de la realización de la misma.

A mis docentes de la Facultad de Agronomía, personas de gran sabiduría quienes se esforzaron en dar todo sus conocimientos y dedicación para mi formación.

ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|--|-------------|
| PORTADA | i |
| ACTA DE SUSTENTACIÓN | ii |
| JURADO Y ASESOR..... | iii |
| DEDICATORIA | iv |
| AGRADECIMIENTO | v |
| ÍNDICE GENERAL | vi |
| ÍNDICE DE CUADROS..... | viii |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS | viii |
| RESUMEN..... | ix |
| ABSTRACT | x |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO | 5 |
| 1.1. ANTECEDENTES. | 5 |
| 1.2. BASES TEÓRICAS..... | 6 |
| 1.2.1. De la ley. | 6 |
| 1.2.2. Del adobe..... | 7 |
| 1.2.3. Norma E.080 ADOBE. | 16 |
| 1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS..... | 20 |
| CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES..... | 22 |
| 2.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS. | 22 |
| 2.1.1. Hipótesis general. | 22 |
| 2.2. VARIABLES Y SU OPERACIONALIZACIÓN..... | 22 |
| 2.2.1. Identificación de las variables..... | 22 |
| 2.2.2. Operacionalización de las variables. | 22 |
| CAPÍTULO III: METODOLOGÍA | 23 |
| 3.1. TIPO Y DISEÑO..... | 23 |
| 3.1.1. Tipo de investigación. | 23 |
| 3.1.2. Diseño de la investigación..... | 23 |
| 3.2. DISEÑO MUESTRAL. | 23 |
| 3.2.1. Población. | 23 |
| 3.2.2. Muestra..... | 23 |
| 3.3. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS..... | 23 |
| 3.3.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. | 23 |

| | |
|--|----|
| 3.3.2. Procedimientos que se utilizó para la fabricación de los adobes. | 24 |
| 3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS. | 25 |
| 3.5. ASPECTOS ÉTICOS. | 25 |
| CAPÍTULO IV: RESULTADOS | 26 |
| 4.1. CARACTERES DE RESISTENCIA. | 26 |
| 4.1.1. Comprensión de adobe f_b (kg/cm ²) | 26 |
| 4.1.2. Peso seco de ladrillo de adobe (kg). | 28 |
| CAPÍTULO V: DISCUSIÓN..... | 30 |
| CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES | 31 |
| CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES..... | 32 |
| CAPÍTULO VII: FUENTES DE INFORMACIÓN..... | 33 |
| ANEXOS | 35 |
| Anexo 1: Datos originales tomados en campo..... | 36 |
| Anexo 2: Pruebas graficas de normalidad (q-q-plot) de las variables en estudio (SHAPIRO FRANCE) | 37 |
| Anexo 3: Pruebas estadísticas y cuadro de resumen de resultados..... | 38 |
| Anexo 4: Análisis de caracterización Físico – Mecánico de muestra | 39 |
| Anexo 5: Galería de fotos | 40 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | Pág. |
|--|------|
| Cuadro 1. Análisis de variancia de comprensión de adobe $f'b$ (kg/cm ²) | 26 |
| Cuadro 2. Análisis de variancia de peso seco de adobe (kg) | 28 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | Pág. |
|--|------|
| Gráfico 1. Promedio de comprensión de adobe $f'b$ (kg/cm ²) en tres proporciones de cascarilla de arroz en la confección de ladrillos de tierra. | 27 |
| Gráfico 2. Promedio de peso seco de adobe (kg) en tres proporciones de cascarilla de arroz en albañearía de confección de ladrillos de arcilla. | 29 |

RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo evaluar la resistencia a la compresión del adobe compactado con adición de diferentes niveles de cascara de arroz. La tierra utilizada para la elaboración de las unidades fue extraída de la comunidad de Zungarococha, de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.

Los porcentajes de cascara de arroz utilizados en la elaboración del adobe fueron de 30%, 40% y 50% con respecto a la cantidad de la muestra de suelo. Los resultados del adobe demostraron un incremento de la resistencia a la compresión con los valores promedios de 15.28 Kg/cm², 16.35 Kg/cm² 15.52 Kg/cm²-

Los datos registrados para efectos del análisis de variancia, corresponden al secado del adobe a temperatura ambiental desde el primer día con un peso inicial promedio de 5.5 kg. para todas las unidades de adobe, siendo la diferencia numérica no significativa del peso seco a los 15 días de oreado y secado al ambiente natural, tiempo en que el peso se estabiliza y no muestra disminución de peso debido al contenido de humedad.

La proporción 40% de cascarilla de arroz muestra menor peso seco (4.03 kg), seguido de la proporción 30% y 50 %de cascarilla de arroz (4.20 kg) respectivamente.

ABSTRACT

This thesis aimed at evaluating the compressing resistance of the compacted adobe with the addition of different levels of rice shell. The land used for the production of the units was extracted from the community of Zungarococha, from the Faculty of Agronomy, of the National University of the Peruvian Amazon.

The percentages of rice shell added in the adobe making were 30%, 40% and 50% with respect to the dry weight of the soil sample. The results of the adobe showed an increase in compression resistance with the average values of 15.28 Kg/cm², 16.35 Kg/cm² 15.52 Kg/cm²-

The data recorded for the purposes of the analysis of variance correspond to the drying of the adobe at ambient temperature from the first day with an average initial weight of 5.5 kg. for all adobe units, being the non-significant numerical difference in dry weight at 15 days of cooking and drying to the natural environment, time when the weight stabilizes and shows no weight loss due to moisture content.

The 40% ratio of rice husk shows lower dry weight (4.03 kg), followed by the proportion 30% and 50% of rice husk (4.20 kg) respectively.

INTRODUCCIÓN

La tierra no posee las características deseadas para una buena construcción de viviendas , pero no todo es negativo ya que esto se puede mejorar fácilmente, adicionándoles otros elementos que beneficien a sus cualidades frente a estos esfuerzos y sobre todo protegerlas de la intemperie. Los estabilizadores disponibles en la naturaleza son Arena y arcilla, paja y fibras de plantas, jugos de plantas (savia látex, aceites), cenizas de madera, excremento de animal (principalmente estiércol y orina de caballo), y los manufacturados son cal y puzolana, cemento Portland, yeso, asfalto, estabilizadores de suelo comerciales, silicato de sodio (vidrio soluble), resinas, sueros (caseína), Melaza, entre otros (Marquez 2018)

La tierra sigue siendo el principal componente de construcción en las poblaciones con recursos económicos precarios, ya que es un material de fácil acceso, ilimitado y de eficiencia altamente contrastada. Este tipo de arquitectura es fundamental para las sociedades que levantan sus viviendas mediante el autoconstrucción. Por ello, aparte de ser un factor económico fundamental para ellos, se convierte en un importante factor social y clave a la hora de hablar de su papel en la vida de estas poblaciones (Urbina, 2005).

La tierra es un material de construcción, que tiene muy poca aceptación en nuestro medio rural a pesar que se encuentra en abundancia.

También es un material muy apreciado porque las construcciones hechas con tierras son frescas en el verano y abrigadas en el invierno (Urbina, 2005).

La concientización con el medio ambiente es un tema cada vez más recurrente en el mundo, y nuestro país no se queda atrás, ya que cada vez es más común oír hablar de “ladrillos ecológicos” y de su utilización en construcciones ambientales.

Millones y millones de ladrillos se fabrican cada año en el mundo, siendo responsables de la emisión a la atmósfera de unos 800 millones de toneladas de CO² debido principalmente a los combustibles fósiles utilizados durante su proceso de cocción. Simplemente este dato debería preocupar a todos los profesionales de la arquitectura y provocar que fuéramos los primeros en promover el uso de los ladrillos ecológicos. Ladrillos que reaprovechan la ceniza del carbón, el plástico usado, que convierten la humedad ambiental en agua o que utilizan materiales naturales como el cáñamo o la paja. Diversas empresas, equipos de investigación e iniciativas ecologistas promueven el uso de varios modelos de ladrillos ecológicos.

informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/.../830 por B. Saroza - 2008.

Llamamos adobe a aquel material de construcción fabricado en forma de ladrillo y elaborado en base al suelo, constituido éste por unas adecuadas proporciones de arena, limo, arcilla, fibra orgánica y agua. La relación arcilla-arena del suelo es de gran importancia para el adobe debido a que, si no hay suficiente arcilla en la mezcla no se conseguirá

la cohesión necesaria de todas las partículas para soportar las acciones a las que estará sometido, y se desmorona. Por el contrario, si no hay suficiente arena, el ladrillo se fisura por retracción de la arcilla durante el proceso de secado (1). Si el contenido de arena que presenta el suelo se encuentra por debajo de los parámetros requeridos para su uso como material de construcción se puede recurrir a la adición de arena para mejorar sus propiedades (3). La fibra orgánica también presenta gran importancia debido a que limita las variaciones de volumen que se producen en el adobe durante el proceso de retracción que ocurre en la etapa de secado. Es decir, evita que el ladrillo se fisure en exceso durante esta etapa. No obstante, la mayoría de las fibras orgánicas tienen las desventajas de tener que ser picadas en trozos

pequeños para poder ser mezcladas en la masa de adobe, y la de disminuir la laborabilidad del mismo.

informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/.../830 por B. Saroza - 2008.

Al día de hoy, existe gran disparidad de criterios a la hora de proponer una composición adecuada del adobe en cuanto a los porcentajes de arena y arcilla. Así, por ejemplo, en Perú, es frecuente utilizar suelos que contengan entre un 55 y un 75% de arena, y entre un 25 y un 45% de arcilla. En Méjico se aconseja que el suelo presente entre 45 y 70% de arena, y entre 20 y 40% de arcilla. En Venezuela, Vélez (2) propone un valor más cerrado: 20 % de arcilla y 80 % de arena. Del mismo modo, en Chile, Barrios et al. (3) sugieren emplear suelos con un contenido de arcilla entre 35 y 45%, y un contenido de arena entre el 55 y el 65%. Más recientemente, Duncan et al. (4) y (5) han sugerido un contenido de arcilla del 30%, sin decir nada respecto al contenido de arena. Sobre la adición de arena, Barrios (3), Guinea (6) y Pérez de Salazar (7) coinciden en que la misma debe ser cuidadosa, puesto que no sólo disminuye la retracción, sino que además aumenta la porosidad, disminuye la cohesión y se pierden propiedades mecánicas de la mezcla. Barrios (3) plantea que “para establecer un rango se toma como nivel mínimo de arena aquél en que las fisuras, producto de la absorción de agua capilar, ya no aparezcan o sean de escasa ocurrencia y magnitud y, como nivel máximo, aquél en que se inicia la caída de resistencia a flexo tracción, el que satisface las condiciones deseables de mantener la resistencia a compresión alta y no permitir una excesiva velocidad de ascenso de humedad capilar”. Barrios (3) establece este rango entre los niveles 55 y 65%. En cuanto a la plasticidad, Barrios et al. (3) y Guinea (6) afirman que para la mezcla de adobe es conveniente utilizar suelos con bajo índice de plasticidad, ya que cuanto más alto sea, mayor será la cantidad de agua contenida en la masa que lo convierte en moldeable y una vez seco, se tendrán mayores retracciones, por cuanto evaporará

un volumen mayor de agua. Tejada (9) propone que los suelos para elaborar adobe presenten un límite líquido entre 20 y 40 y un límite plástico inferior a 20.

informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/.../830 por B. Saroza - 2008.

Los grandes volúmenes de desechos producidos por diversas actividades humanas como la agrícola, forestal, industrial o doméstica

son considerados como un problema en la actualidad por muchas ciudades, en base a su disposición final, es así que la gestión de los residuos sólidos domiciliarios, posee un alto contenido de residuos entre ellos los peligrosos; todos estos problemas en gran parte se le atribuye al poblador que hasta la fecha desconoce la forma de segregación, generando una incorrecta segregación, permitiendo que se sigan evacuando los residuos sólidos domiciliarios de una forma no adecuada, desconociendo el problema que se genera en la salud, seguridad, ambientales y legales.

informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/.../830 por B. Saroza - 2008.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES.

(Carhuanambo, 2016), “Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta en el departamento de Cajamarca”, para obtener el grado de ingeniero civil, tesis cuyo propósito es generar información sobre la influencia de la adición de fibras vegetales de viruta de Eucalipto en los bloques de adobe compactado. En este proyecto de investigación se usa una metodología a través de ensayos y pruebas de laboratorio a los que son sometidos las muestras con 0%, 1.5%, 3.0% y 4.5% de viruta, la información obtenida en laboratorio, se procesó en gabinete en tablas y cuadros de Microsoft Excel empleando fichas de recolección de datos en campo, tablas, gráficos estadísticos e indicadores estadísticos. Se concluyó que la unidad del adobe compactado con viruta muestra un aumento de resistencia, en cuanto a compresión se acrecentó su resistencia en un 46% con respecto al adobe patrón (21.17 kg/cm²), mostrando los siguientes resultados en sus porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5%, obtuvo una resistencia de 28.04 kg/cm² (32%), 29.79 kg/cm² (40%) y 30.94 kg/cm² (46%) respectivamente

(Morales, Ortiz y Alavés, 2007) el artículo científico “Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe Compactado” – México, trabajo de investigación cuyo propósito es mejorar las características mecánicas del adobe compactado, tomando como referencia trabajos previos desarrollados en el estado de Oaxaca. En este proyecto de investigación se usa una metodología a través de ensayos y pruebas de laboratorio a los que son sometidas las muestras con adición de ocho porcentajes de cemento Portland entre 2% y 16%. Se concluyó que la unidad del adobe compactado y estabilizado con cemento Portland en un 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%, 14% y 16% dio los siguientes

resultados: La resistencia a compresión del bloque de adobe patrón es de 38 kg/cm² y en comparación con los resultados de los porcentajes estudiados, se obtuvo que con la adición de 2%, la resistencia disminuye a 32 kg/cm² (15.80%) y que a partir de la adición de 4%, las muestras empezaron a aumentar su resistencia la cual va desde 48 kg/cm² (26.31%) hasta 105 kg/cm² (176.31%).

1.2. BASES TEÓRICAS.

1.2.1. De la ley.

a. Ley General Del Ambiente (Ley N° 28611)

La ley General del Ambiente establece principios y normas básicas para que se asegure el derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una correcta gestión ambiental, protección y conservación del ambiente.

Artículo 66: DE LA SALUD AMBIENTAL

1. La prevención de riesgos y daños a la salud de las personas es prioritaria en la gestión ambiental: Es responsabilidad del Estado, a través de la Autoridad de Salud y de las personas naturales y jurídicas dentro del territorio nacional, contribuir a una efectiva gestión del ambiente y de los factores que generan riesgos a la salud de las personas.
2. La política Nacional de Salud incorpora la política de salud ambiental como área prioritaria, a fin de velar por la minimización de riesgos ambientales derivados de las actividades y materias comprendidas bajo el ámbito de este sector.

b. Ley N° 26842: “Ley general de la salud”. 20/07/1997. Establece que:

“Toda persona natural o jurídica está impedida de efectuar descargas de desechos o contaminantes en el agua, aire, o el suelo, sin haber

adoptado las precauciones de depuración que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente”

c. Decreto Legislativo 635: “Código Penal. 08/04/1991

Establece responsabilidad criminal para aquel que, violando las normas de protección ambiental, contamina el ambiente introduciendo residuos sólidos, líquidos, gaseosos o de cualquier otra naturaleza por encima de los límites establecidos y que causen o puedan causar perjuicio o alteraciones en la flora, fauna o en los recursos hidrobiológicos.

d. Ley 23407: “Ley General de Industria”. Mayo 1982.

Establece que las empresas industriales deberán desarrollar sus actividades sin afectar el medio ambiente, alterar el equilibrio de los ecosistemas, ni causar perjuicio a las colectividades.

1.2.2. Del adobe.

a. El adobe

Es posible hacer ladrillo de adobe con cualquier tipo de tierra, ellos no exigen una mezcla precisa de arcilla y arena. Se Secan al Sol y no llevan más que unos pocos días para quedar listos. La observación es necesaria, sin embargo, la calidad de los ladrillos (mayor o menor resistencia) van a resultar de la calidad de la tierra. El ideal para hacerse los ladrillos es el barro con 30% de arcilla en su composición.
<https://ecocosas.com/construccion/el-adobe/>

La humanidad lleva construyendo con bloques de adobe desde hace unos 10.000 años. De hecho, en la actualidad la construcción con

tierra sigue siendo la más extendida en el mundo. ¿Sabías que el 50% de las casas del mundo están hechas con tierra?

Hoy en día la construcción con ladrillos de adobe se ha modernizado bastante. Hay máquinas que preparan la mezcla y le dan forma de manera automática y hay empresas donde puedes comprar bloques de adobe artesanos. Pero si lo que queremos es construir nuestra propia casa la mejor solución es aprender a hacer los adobes nosotros mismos.

b. Materiales para hacer la mezcla de barro.

El elemento principal de la mezcla para hacer adobes es la tierra. La tierra más adecuada es la que está compuesta por entre un 20% y un 30% de arcilla y el resto de arena. La tierra no es adecuada si tiene limos (légamo) o materia orgánica (humus).

Para comprobar si la tierra que vamos a utilizar tiene la proporción adecuada de arcilla y arena podemos hacer una masa añadiendo un poco de agua y hacer bolas con la tierra. Si se deshacen con facilidad, probablemente la tierra contenga demasiada arena y debemos hacer pruebas de dureza con los adobes para ver si son adecuados para la construcción.

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

Un material opcional que podemos añadir es la paja (de trigo, preferiblemente). Ayuda a darle resistencia a los bloques de adobe y evita que se resquebrajen durante el secado. La tierra es un material que resiste muy bien a compresión, pero no trabaja tan bien a tracción, así que la paja ayuda a darle esta propiedad al adobe.

La mezcla debe contener 4 partes de tierra y 1 parte de paja triturada. Si la tierra es demasiado arcillosa, puede añadirse 1 parte de arena. Se mezcla todo en seco y se añade agua hasta darle una consistencia moldeable pero que no se pegue a los pies cuando la pisemos.

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

c. Cómo hacer el molde para los adobes

Existen distintos tamaños de ladrillos de adobe. Las dimensiones más comunes son las siguientes:

- Latinoamérica 38cm de largo – 35cm de ancho – 12cm de alto
- España. 30cm de largo – 15cm de ancho – 10cm de alto
- Nuevo México (EE.UU.) 14 pulgadas de largo – 10 pulgadas de ancho – 4 pulgadas de alto

En realidad, no importa qué tamaño elegimos para hacer nuestros adobes. Es más, podemos hacerlos más grandes o más pequeños. Lo más importante es que nos sintamos cómodos con sus dimensiones y su peso para manipularlos. <https://ecocosas.com/construccion/el-adobe/>

Los moldes los podemos fabricar con listones de madera, formando huecos con las dimensiones que queramos para los ladrillos de adobe. Los podemos hacer todo lo elaborados que queramos, incluso con asas en los extremos para poder retirar los moldes una vez que los adobes estén secos. <https://ecocosas.com/construccion/el-adobe/>

d. Secando los adobes al sol

La mezcla debe reposar sin quitar los moldes durante al menos 1 hora. Deben de estar algo secos para evitar que se dañen los ladrillos al retirarlos del molde. Hay que dejar secar los adobes durante unos 2-3

días, hasta que las esquinas empiecen a estar blancas (indica que están secas). Pasado este tiempo, podemos girarlos y ponerlos de canto para que se sequen mejor. Tardarán aproximadamente 1 semana más en estar completamente secos. Si los bloques de adobe se resquebrajan durante el secado significa que la tierra contiene demasiada arcilla y deberíamos añadirle arena a la mezcla. Durante el periodo de secado podemos aprovechar para cepillar los excesos de barro y paja en los cantos y las esquinas de los adobes. <https://ecocosas.com/construccion/el-adobe/>

e. Probando la dureza de los adobes

Una vez se hayan secado completamente los adobes, debemos probar su resistencia. Para ello podemos dejar caer uno o dos de ellos para ver si se rompen. Levantamos el adobe hasta una altura de un metro aproximadamente y lo dejamos caer sobre el canto estrecho. Deberían aguantar la caída con poco o ningún daño.

Siempre es conveniente hacer una prueba de dureza con 3 o 4 ladrillos de adobe cada vez que utilicemos tierra de un origen distinto para comprobar que es apta para la construcción.

Si se rompen, probablemente es porque la tierra contenga demasiada arena y no nos sirve para construcción (habría que estabilizar la mezcla con un aditivo). <https://ecocosas.com/construccion/el-adobe/>

f. Cómo hacer ladrillos de adobe estabilizados

Los adobes se pueden estabilizar añadiendo un aditivo (cemento, cal o emulsión asfáltica) a la mezcla de tierra.

Los ladrillos de adobe semi-estabilizados resisten más a la lluvia y no se resquebrajan durante el proceso de secado. Los adobes

estabilizados son muy resistentes al agua y resisten mejor a la ruptura y la erosión.

Si queremos ser bioconstructores puristas no debemos utilizar estabilizantes artificiales (cemento o emulsión asfáltica). Sin embargo, estabilizar los adobes puede ser una solución si no disponemos de paja para añadir a la mezcla o la tierra que tenemos en nuestro terreno es demasiado arenosa.

Para hacer ladrillos de adobe semi-estabilizados, por cada 20 partes de tierra habrá que echar 1 parte de cemento (4%-5% del peso).

Para hacer ladrillos de adobe estabilizados habrá que echar 2-3 partes de cemento por cada 20 partes de tierra (10%-12% del peso).

<https://eudomus.com/como-hacer-ladrillos-de-adobe/>

La tierra es el material de construcción más antiguo del que se tenga referencia en el mundo. Muchas de las culturas que florecieron en la antigüedad como la cultura maya o la cultura Inca desarrollaron técnicas para la construcción con tierra de sus viviendas y de sus depósitos de alimentos de sus tumbas y templos.

La tierra es un material de construcción, que tiene muy poca aceptación en nuestro medio rural a pesar que se encuentra en abundancia. También es un material muy apreciado porque las construcciones hechas con tierras son frescas en el verano y abrigadas en el invierno (Urbina, 2005).

Factores que determinan la calidad del ladrillo. La calidad y durabilidad de los ladrillos dependen de estos dos factores:

La industria ladrillera tiene un gran consumo de energía aproximadamente 4,06 billones KWh equivalentes de gas natural al año. Los hornos cerámicos utilizados en este tipo de industria

consumen una gran cantidad de combustibles fósiles, lo cual origina un enorme gasto energético y la liberación a la atmosfera de gases de efecto invernadero. Durante el proceso de cocción muchos gases nocivos (incluyendo gases carbónicos, hidrogenados y fluorados) y diferentes partículas son liberados desde los hornos cerámicos (USEPA, 2003)- Estas emisiones son desde hace varios años una de las mayores preocupaciones ambientales del sector: (CERAM, 2009).

El empleo de residuos con capacidad puzolánicos procedentes de la combustión de materiales, como las cenizas de combustión de residuos vegetales (Behak y Perez, 2008), y su aplicación en la fabricación de ladrillos puzolánicos ecológicos, así como la propia elaboración de los mismos, aunque la bibliografía citada permite suponer que su empleo permitirá alcanzar los parámetros resistentes mínimos exigidos en la normativa actual vigente sobre piezas para fábrica de albañilería. (Oti et al 2008).

Por otro lado, también se está considerando el empleo de aditivos en forma de fibras vegetales o animales en el proceso de elaboración de los ladrillos puzolánicos. Cabe destacar que la adición de fibras vegetales, garantiza la disminución de las grietas, limita la contracción de la pieza, aligeran los ladrillos y disminuyen el tiempo de curado. (Galín- Marin, 2010, Bouhicha et al, 2005).

Además de todo lo anteriormente comentado, merece la pena mencionar el impacto medioambiental que no se generaría elaborando ladrillos puzolánicos ecológicos en frío. Algunas fuentes independientes, indican que la fabricación tradicional de ladrillos cocidos tiene un importe energético de 4186.8 MJ por cada tonelada de ladrillos producidos con una temperatura de cocción entre 900 y 1200°C. Además, el proceso de cocción libera a la atmosfera

alrededor de 202 Kg de CO₂/tonelada. Por otro lado, los sistemas tradicionales de elaboración de adobes con secado al sol, empleados en regiones muy secas como los países musulmanes, tienen un coste energético de 525.6 MJ/Tm y unas emisiones de CO₂ de 25,1 Kg/Tm.

Este reducido coste energético se debe principalmente a una elaboración muy tradicional, localizada en las zonas más pobres de dichas regiones y con gran cantidad de mano de obra barata. La elaboración de este tipo de ladrillos necesita una maquinaria con muy poco gasto energético, con lo que diversos estudios han promulgado que el coste energético de la fabricación de ladrillos puzolánicos en frío se sitúa en 657,1 MJ/Tm y unas emisiones totales de 40,95 Kg/Tm de CO₂. Estas cifras, hacen que este nuevo producto sea siete veces más ecológico y respetuoso con el medioambiente que los ladrillos tradicionales cocidos y además, la incorporación en el proceso de fabricación de residuos como los utilizados en este trabajo, aumentan de manera exponencial su sostenibilidad y contribuyen enormemente a la lucha contra el calentamiento global de la tierra. (Oti et al 2009; BDA, 2008; Morton, 2008).

g. Ladrillos ecológicos

Los ladrillos ecológicos son ladrillos contruidos con materiales que no degradan el medio ambiente y cuya fabricación también es respetuosa con éste, frente a los ladrillos habituales cuya fabricación y materiales no es tan inocua. (<http://www.enbuenasmanos.com/ladrillos-ecologicos>).

Los ladrillos ecológicos tienen cualidades similares a los tradicionalmente utilizados para la construcción de las casas. Por tanto, su uso no se deriva en pérdida de calidad puesto que, como la mayoría de productos ecológicos, sufren más pruebas de su viabilidad

que los tradicionales. La bioconstrucción no está en absoluto reñida con una casa confortable, bonita y segura.

h. Tipos de ladrillos ecológicos.

Diferenciaremos los ladrillos ecológicos por los materiales con que están contruidos ya que existen varias propuestas (en vía o ya en marcha) de ladrillos con diferentes componentes:

- **Cenizas de carbón:** Esta fue una idea de un ingeniero civil, Henry Liu, en 1999, con un doble beneficio ecológico. Con este material los ladrillos se obtienen a 212 grados en 10 horas y se aprovechan los 45 millones de toneladas de residuos del mismo que generan las centrales térmicas de carbón. **(Juan José Sánchez Ortiz).**
- **Cáñamo y paja:** Este ladrillo ecológico ya ha sido usado por empresas españolas. Pese a la aparente fragilidad de los materiales su dureza es semejante a los convencionales. Cuentan con la desventaja de ser más caros, pero aíslan muy bien de la temperatura exterior. Ello supone un ahorro del gasto de energía en calefacción y aire acondicionado, por lo que amortiza pronto su precio.
- **Plástico usado y cáscara de cacahuete:** Los ladrillos ecológicos de este material son una creación del Centro Experimental de la Vivienda Económica de Argentina quien asegura que son duros, aislantes ligeros y económicos. Además de producir un ahorro energético posibilitan un reciclaje de residuos para su producción. **(Juan José Sánchez Ortiz).**

i. Ventajas de los ladrillos ecológicos.

Ya hemos adelantado algunas ventajas del ladrillo ecológico, pero en general sus ventajas son:

- Menor perjuicio para la naturaleza, ya que su fabricación requiere menos energía y residuos, así como el reciclaje de otros materiales de desecho.
- Son mejores aislantes del frío y del calor exterior, con lo que se gasta menos energía en el hogar.
- En algún caso son más económicos que los convencionales, pero cuando no es así, al ser mejores aislantes, el ahorro de energía amortiza la diferencia.
- Los materiales de los ladrillos ecológicos hacen que éstos sean más ligeros y manejables para el trabajador agilizando el tiempo de construcción y disminuyendo los gastos.

Se consigue eliminar el impacto ambiental de estos residuos. **(Juan José Sánchez Ortiz).**

j. Desventaja de los ladrillos ecológicos.

La desventaja de los ladrillos ecológicos es que están empezando a entrar en el mercado y en algunas zonas aún no se consiguen y hay que pedirlos. También tienen otra desventaja derivada de lo nuevo de este producto y es que, de momento, no existen variedades decorativas como los convencionales para decorar fachadas, muros, jardines, etc. **(Juan José Sánchez Ortiz).**

k. Clasificación de los ladrillos ecológicos.

El ladrillo se clasificará en los siguientes tipos de acuerdo a sus propiedades:

- Tipo I: Resistencia y durabilidad muy bajas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas.

- Tipo II: Resistencia y durabilidad bajas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderado.
- Tipo III: Resistencia y durabilidad media. Aptos para construcciones de albañilería de uso general.
- Tipo IV: Resistencia y durabilidad alta. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio riguroso.
- Tipo V: Resistencia y durabilidad muy altas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas. **(Juan José Sánchez Ortiz).**

1.2.3. Norma E.080 ADOBE.

Artículo 1.-Alcance

La norma comprende lo referente al adobe simple o estabilizado como unidad para la construcción de albañilería con este material, así como las características, comportamiento y diseño. El objetivo del diseño de construcciones de albañilería de adobe es proyectar edificaciones de interés social y bajo costo que resistan las acciones sísmicas, evitando la posibilidad de colapso frágil de las mismas. Esta Norma se orienta a mejorar el actual sistema constructivo con adobe tomando como base la realidad de las construcciones de este tipo, existentes en la costa y sierra. Los proyectos que se elaboren con alcances y bases distintos a los considerados en esta Norma, deberán estar respaldados con un estudio técnico. **NORMA E.080 ADOBE**

Artículo 4.- UNIDAD O BLOQUE DE ADOBE

Requisitos generales

La gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: arcilla 10 – 20 %, limo 15 – 25% y arena 55 – 70%, no debiéndose utilizar

suelos orgánicos. Estos rangos pueden variar cuando se fabriquen adobes estabilizados. El adobe debe ser macizo y solo se permite que tenga perforaciones perpendiculares a su cara de asiento, cara mayor, que no representen más de 12% del área bruta de esta cara. El adobe deberá estar libre de materias extrañas, grietas, rajaduras u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad. **NORMA**

E.080 ADOBE

Formas y Dimensiones

Los adobes podrían ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales. Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones:

- a) Para adobes rectangulares el largo sea aproximadamente el doble del ancho.
- b) La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1.
- c) En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm. **NORMA E.080 ADOBE**

Recomendaciones para su elaboración

Remojar el suelo y retirar las piedras mayores de 5mm y otros elementos extraños. Mantener el suelo en reposo húmedo 24 horas. Secar los adobes bajo sombra.

Artículo 8.- ESFUERZOS ADMISIBLES

Los ensayos para la obtención de los esfuerzos admisibles de diseño considerarán la variabilidad de los materiales a usarse. Para fines de diseño se considerará los siguientes esfuerzos mínimos. Resistencia a la compresión de la unidad: $f'b$ kg/cm². (**NORMA E-080 ADOBE**).

Resistencia a la Compresión de la Unidad.

La resistencia a la compresión de la unidad se determinará ensayando cubos labrados cuya arista será igual a la menor dimensión de la unidad de adobe. El valor del esfuerzo resistente en compresión se obtendrá en base al área de la sección transversal, debiéndose ensayar un mínimo de 6 cubos, definiéndose la resistencia última (f_o) como el valor que sobrepase en el 80% de las piezas ensayadas.

Los ensayos se harán utilizando piezas completamente secas, siendo el valor de f_o mínimo aceptable de 12 kg/cm^2 . **(NORMA E-080 ADOBE)**.

Preparación del barro.

1. Escoger el suelo aparente

No todos los suelos son apropiados para preparar barro. La tierra que es aparente para preparar barro tiene que poseer ciertas características cementadas, es decir, ser una mezcla proporcionada de gravilla, arena y arcilla. La arena, por ejemplo, no debe estar en una proporción mayor a 15% del peso de la muestra porque los adobes fabricados con porcentajes mayores, dígame del orden del 20%, ya son adobes débiles (URBINA 2005).

Puede decirse en forma general que la arena no es adecuada para construcción con tierra. El barro arenoso y el arcillo-arenoso son apropiados para apisonados y construcción con bloques cuando estos son prensados y hechos con máquina. La arcilla arenosa es propia para adobes. La arcilla limosa, el barro arcillo limoso y las tierras arcillosas no son apropiadas para construcción sin mezclas adecuadas. (Urbina 2005).

2. Batido del barro

Se junta la tierra seleccionada formando una especie de cono truncado debido a que en la parte superior de la pirámide se ha formado una especie de cráter. Se agrega agua a la tierra tratando de llenar el cráter y mezclándola con la ayuda de una palana. Cuando la masa ha adquirido la consistencia pastosa, prueba de que se ha humedecido por completo, se le agrega paja picada en tamaños aproximados a los 5 cm de longitud y en una proporción igual a una parte de paja por cada 8 partes de barro. (Urbina 2005).

3. Formas de utilización del barro.

El barro se utiliza principalmente de tres formas: Vaciándola directamente en la forma que se quiere construir; moldeándola en bloques o adobes y como pasta en el recubrimiento de muros de quincha. (Urbina 2005).

El método de adobes puede usarse para fabricar paredes, vaciando en moldes tierra mezclada con agua y paja, o alguna otra fibra vegetal, algo parecido al concreto monolítico de cemento Portland. El vaciado, o moldeado, se hace en capas de 15 – 60 centímetros de profundidad, según las circunstancias. Una desventaja de este método es la necesidad de dejar el molde sin moverlo hasta que la mezcla esté suficientemente endurecida. (Cytryn 1965).

Otra desventaja es que debido al enjutamiento durante el secado es posible que resulten grietas en las paredes construidas en esta forma, muchas más que en las construidas de bloques o ladrillos. Por estas razones, la construcción con bloques de tierra fue siempre preferida y, por consiguiente, el término “adobe” se aplica ahora a la construcción de paredes con bloques de tierra o ladrillos hechos con una mezcla

mojada y plástica compuesta de tierra y agua, con o sin adición de otros materiales. (Cytryn 1965).

1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

- **Adobe.** Se define el adobe como un “bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos”. (NORMA E-080 ADOBE).
- **Adobe Estabilizado.** Adobe en el que se ha incorporado otros materiales (asfalto, cemento, cal, paja etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad. (NORMA E-080 ADOBE).
- **Tierra.** Es el principal componente de los Bloques de tierra comprimida (BTC). compuesta básicamente por áridos, limos y arcilla. La variedad es su granulometría, le confiere distintas propiedades, dependiendo de gruesos, finos y limos.

Otros materiales de construcción tienen una difusividad semejante, pero algunos otros son comparativamente más altos, sobre todo en cerramientos de anchos, parecidos como la piedra. (Miguel Angel 2002).

- **Arcilla.** La arcilla está constituida por agregados de silicatos alumínicos hidratados, procedentes de la descomposición de minerales de aluminio.
<http://miliarium.com/Prontuario/Tablas/Química/Propiedades Termicas.asp>
- **Estabilizantes.** Los estabilizantes mejoran las propiedades físicas del adobe, La estabilización, además de químicamente mediante estos productos, se puede conseguir mediante un cambio en la granulometría de la tierra, añadiendo áridos externos a la propia tierra mejorando el esqueleto sustentable del bloque o compactando mecánicamente la tierra dentro del mismo molde. En este caso se estaría produciendo un BTC, cuya principal

característica es que la pieza tiene una compactación superior, aumentando su densidad y su resistencia.

http://gracomaq.net/index_archivos/estabilizantes.htm

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

2.1.1. Hipótesis general.

Al menos uno de los niveles de cascara de arroz influyen sobre la resistencia a la compresión de adobe.

2.2. VARIABLES Y SU OPERACIONALIZACIÓN.

2.2.1. Identificación de las variables.

- **Variable independiente (X):**

X: Niveles de cascara de arroz para la fabricación de adobe.

- **Variable dependiente (Y)**

Y: Resistencia a la compresión

2.2.2. Operacionalización de las variables.

- **Variable independiente**

X. Niveles de cascara de arroz

X1: 30% cascara de arroz

X2: 40% cascara de arroz

X3: 50% cascara de arroz

- **Y. Variables dependientes**

Y1. Resistencia a la compresión en Kg/cm²

Y2: Características físicas

Y3.- Diferencia de peso en kg

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO.

3.1.1. Tipo de investigación.

El método de investigación es de tipo experimental.

3.1.2. Diseño de la investigación.

El diseño de la investigación es de tipo cuantitativo.

3.2. DISEÑO MUESTRAL.

3.2.1. Población.

La población estuvo constituida por 3 repeticiones y 3 tratamientos.

3.2.2. Muestra.

La muestra lo constituyó el 100 de la población.

3.3. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.3.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

a. Fase de campo:

1. Fabricación de los adobes
2. Evaluación desde el punto de vista ecológico, técnico, económico y social.
3. Validar el diseño de los adobes y posibles fallas generadas en el proceso de elaboración, con el fin de realizar las acciones correctivas necesarias.

b. Fase de laboratorio.

1. Realización de ensayos normalizados en laboratorios, a fin de establecer propiedades físicas-mecánicas.
2. Evaluación económica comparativa de los elementos constructivos desarrollados.

3.3.2. Procedimientos que se utilizó para la fabricación de los adobes.

- a. Se realizará el preparado de la mezcla, para tal fin se utilizará las siguientes concentraciones.
T1: Tierra + 30% de cascara de arroz.
T2: Tierra + 40% de cascara de arroz
T3: Tierra *50% de cascara de arroz
- b. Se procederá a realizar la mezcla adicionando la cascara de arroz, la cual debe ser bien batido para tener una buena compactación y evitar bolsas de aire, se va adicionando agua de forma gradual, con el fin de lograr la cohesión de los agregados.
- c. Cuando la mezcla adquiere consistencia uniforme, se le vierte al molde y se deja en reposo durante 24 horas en el mismo lugar.
- d. Después de 3 días se paran los bloques colocándoles de canto. Luego de unos 15 días en esta posición los adobes se apilan en rumas, protegiéndolas del sol y de la lluvia. Se realiza la primera prueba a los 30 días en el campo.
- e. Las muestras luego del secado se llevan al laboratorio de suelo para su prueba de resistencia.
- f. Procesamiento de la información.

3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS.

Para el procesamiento se empleará el diseño estadístico completamente al azar con tres (03) tratamiento y tres (03) repeticiones, haciendo un total de 3 tratamientos con 9 repeticiones.

ANVA DEL DISEÑO A UTILIZAR

| F.V. | GRADOS DE LIBERTAD | |
|-------------|----------------------------|---|
| Tratamiento | $t-1 = 3-1$ | 2 |
| Error | $T(r-1) = 3(3-1)$ | 6 |
| | $(r t)-1 = (3 \times 3)-1$ | 8 |

3.5. ASPECTOS ÉTICOS.

Se tuvo en cuenta la ética y las normas que señalan del buen investigador, donde se usó instrumento de mediciones adecuados, obteniendo datos confiables; además se manejó en forma adecuada a las muestras de adobe dándole las condiciones necesarias de ambiente para un buen secado.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. CARACTERES DE RESISTENCIA.

4.1.1. Compresión de adobe $f'b$ (kg/cm²)

En el cuadro 3, se presenta el resumen estadístico de la prueba estadística paramétrica Análisis de variancia para compresión de adobe $f'b$ (kg/cm²). Se observa diferencias estadísticas no significativas en la proporción de cascara de arroz y tierra en la confección de ladrillos de arcilla (p valor > 0.05), el coeficiente de variación del 4.03% muestra confianza del diseño experimental.

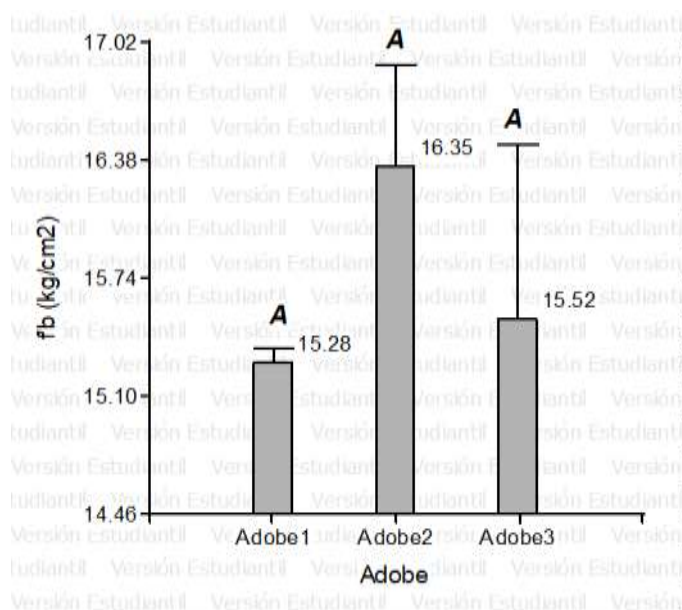
Cuadro 1. Análisis de variancia de compresión de adobe $f'b$ (kg/cm²)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------|------|----|------|------|---------|
| Adobe | 1.87 | 2 | 0.94 | 2.34 | 0.1776 |
| Error | 2.41 | 6 | 0.4 | | |
| Total | 4.28 | 8 | | | |

CV= 4.03%

En el cuadro 1, el p-valor muestra la no diferencia estadística significativa para los tratamientos T1 (30%), T2 (40%) y T3 (50%) proporciones de cascarrilla de arroz en la confección de ladrillo artesanal, ensayos de compresión de adobe según norma ASTM C-67, con características de área superior (cm²), área inferior (cm²), carga máxima (kN) y $f'b$ (kgf) en cada uno de las unidades de adobe de los tratamientos en estudio.

Gráfico 1. Promedio de comprensión de adobe f'b (kg/cm²) en tres proporciones de cascarilla de arroz en la confección de ladrillos de tierra.



Fuente: Elaboración propia

Medias con una letra común no muestra diferencia estadística significativa ($p > 0.05$)

Esta ligera diferencia observada se atribuye a efectos aleatorios que no nos aseguran su repetibilidad en caso de volver a llevar a cabo el experimento, diferencias numéricas sin significancia estadística las que estarían expresando que la proporción de cascarilla de arroz en la composición física estructural del ladrillo artesanal de arcilla no influye estadísticamente en la comprensión de resistencia de las unidades de albañería utilizando ensayos refrendado de mortero de azufre en la parte superior e inferior, la proporción 30% de cascarilla de arroz muestra menor comprensión de adobe en resistencia (15.28 f'b (kg/cm²), seguido de la proporción 50% de cascarilla de arroz (15.52 f'b (kg/cm²), y presentando mayor resistencia la proporción 40% de cascarilla de arroz (16.35 f'b (kg/cm²).

4.1.2. Peso seco de ladrillo de adobe (kg).

En el cuadro 4, se presenta el resumen estadístico de la prueba estadística paramétrica Análisis de variancia para peso seco de adobe. Se observa diferencias estadísticas no significativas en la proporción de cascara de arroz y arcilla en albañearía en la confección de ladrillos de arcilla (p valor > 0.05), el coeficiente de variación del 2.9 % muestra confianza del diseño experimental.

Cuadro 2. Análisis de variancia de peso seco de adobe (kg)

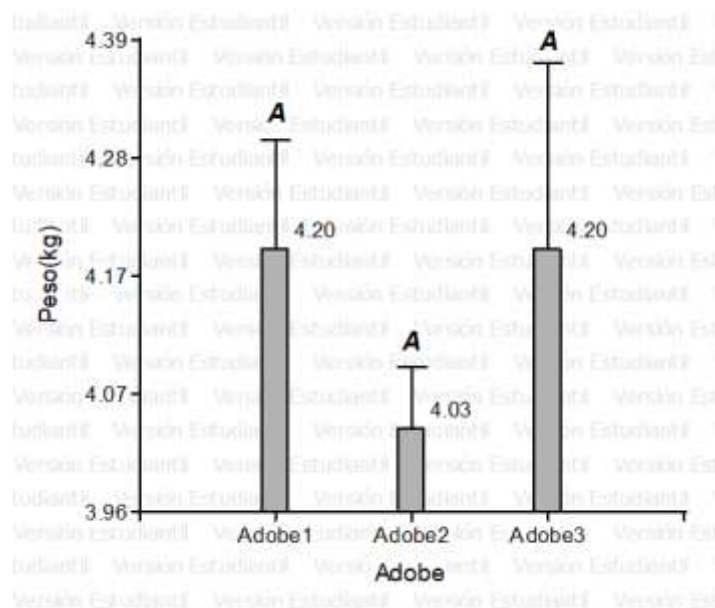
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------|------|----|------|------|---------|
| Adobe | 0.06 | 2 | 0.03 | 1.92 | 0.2263 |
| Error | 0.09 | 6 | 0.01 | | |
| Total | 0.14 | 8 | | | |

CV= 2.9%

En el cuadro 2, el p-valor muestra la no diferencia estadística significativa para los tratamientos T1 (30%), T2 (40%) y T3 (50%) proporciones de cascarrilla de arroz en la confección de ladrillo artesanal.

Los datos registrados para efectos del análisis de variancia, corresponden al secado del adobe a temperatura ambiental desde el primer día con un peso inicial promedio de 5.5 kg. para todas las unidades de adobe, siendo la diferencia numérica no significativa del peso seco a los 15 días de oreado y secado al ambiente natural, tiempo en que el peso se estabiliza y no muestra disminución de peso debido al contenido de humedad.

Gráfico 2. Promedio de peso seco de adobe (kg) en tres proporciones de cascarilla de arroz en albañería de confección de ladrillos de arcilla.



Fuente: Elaboración propia

Medias con una letra común no muestra diferencia estadística significativa ($p > 0.05$)

Esta ligera diferencia observada se atribuye a efectos aleatorios que no nos aseguran su repetividad en caso de volver a llevar a cabo el experimento, diferencias numéricas sin significancia estadística las que estarían expresando que la proporción de cascarilla de arroz en la composición física estructural del ladrillo artesanal de arcilla no influye en el peso seco de las unidades de albañería oreados y secados de forma natural expuestos a la incidencia de los rayos solares durante un tiempo promedio de 15 días, tiempo en que se estabiliza el peso para los tres tratamientos en estudio. La proporción 40% de cascarilla de arroz muestra menor peso seco (4.03 kg), seguido de la proporción 30% y 50 %de cascarilla de arroz (4.20 kg) respectivamente.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Linares, O. (2014), en su trabajo de elaboración de ladrillos ecológicos a partir de residuos agrícolas (cáscaras y ceniza de arroz), se plantearon cuatro tratamientos en estudio. T1: 85% cemento; 10% CA, 5% CCA (5.00 Kg cemento;3.5kg CA, 1.50 Kg CCA), T2: 75% cemento; 15% CA, 10% CCA (5.75 Kg cemento;3.0kg CA, 1.25 Kg CCA), T3: 65% cemento; 20% CA, 15% CCA (6.25 Kg cemento;2.5kg CA, 1.25 Kg CCA), T4: 55% cemento; 25% CA, 20% CCA (6.75 Kg cemento;2.0kg CA, 1.25 Kg CCA).

En cuanto a la resistencia a la compresión el mejor tratamiento fue el T3 con 20,1250 Kg/m², y el que menor resistencia tuvo T1 con 17.0750 Kg/m².

Basado en la Normatividad, Norma E.070, NTP 399.613, NPT 399.605; estos ladrillos tienen una clasificación Tipo Ladrillo I, ya que la compresión es menor a 50 Kg/m², resistencia y durabilidad muy bajas. Aptas para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo difieren en comparación obtenido por Linares, ya que el tratamiento T1: 30% de cascara de arroz tuvo menor resistencia a la compresión con un promedio de 15.28 Kg/cm² ocupando el primer lugar el tratamiento T2: 40% de cascara de arroz con un promedio de 16.35 Kg/cm², ocupando el primer lugar en donde podemos decir que a mayor contenido de paja se tiene menor resistencia a la compresión. Así mismo Linares aparte de cascara de arroz aplico también ceniza de arroz el cual podemos decir que influye en la consistencia del ladrillo.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

1. De los cuatros tratamientos en estudio el tratamiento T2: 40% de cascara de arroz tiene la mayor resistencia a la compresión con 16.35 Kg/cm, mientras que el tratamiento T1: 30% cascara de arroz tiene la menor resistencia a la compresión con 15.28 Kg/cm².
2. El peso inicial promedio fue de 5.5 kg. para las unidades de adobe, siendo estable su peso a los 15 días, con un peso promedio de 4,14 kg.
3. La proporción 40% de cascarilla de arroz muestra menor peso seco (4.03 kg), seguido de la proporción 30% y 50 %de cascarilla de arroz (4.20 kg) respectivamente.
4. Se puede analizar que en cuanto a perdida de humedad el T1 bajo 1.53 kg de su peso inicial y el T4 bajo 1.43 kg de su peso inicial.
5. A mayor concentración de cascara de arroz se tiene menor resistencia a la compresión.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

1. Elaborar adobes con 40% cascara de arroz por tener mayor resistencia a la compresión.
2. Diseñar diferentes formas o tipos de moldes donde el espacio sea controlado y manejado en la cual, se elaborarán los adobes dándoles formas y diseños múltiples a desear.
3. Comparar la resistencia a la compresión con otros productos residuales como la vacaza, fibra de coco, aserrín, ceniza etc. y evaluar el comportamiento de los adobes.
4. Evaluar el aspecto económico y ambiental de su uso a nivel familiar y comercial, con el fin de masificar su uso.

CAPÍTULO VII: FUENTES DE INFORMACIÓN

1. CARHUANAMBO, Jhenifer (2016). Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín, Cajamarca [en línea]. Tesis (grado de Ingeniero Civil). Universidad Privada del Norte, 2016. [consultado 4 mayo 2017]. Disponible en:
<http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/7328>
2. C. GALAN MARIN, C. RIVERA GOMEZ, J. PETRICK. 2010. Clay-based composite stabilized with natural polymer and fibre. *Construction and Building Materials*
3. Decreto Legislativo 635: “Código Penal. 08/04/1991
4. MARQUEZ DOMINGUEZ J. M. (2018). “Estabilización del adobe con adición de viruta de Eucalipto, Chincha 2018” Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Civil. Chincha, Perú.
5. Informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/.. /830 por B. Saroza - 2008
6. JAIME CID, IGNACIO CAÑAS. 2009. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.
7. Ley N° 26842: “Ley General de la Salud”. 20/07/1997
8. Ley 23407: “Ley General de Industria”. Mayo 1982
9. MIGUEL ANGEL GALVEZ. 2002. Bioclimatismo y construcción con tierra en la obra de Hassan Fathy: el ejemplo de nueva Gourná.
10. MORALES, J., Ortiz, M., & Alavéz, R. (2007). Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe compactado. *Naturaleza y Desarrollo*, 41.
11. Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) vigentes. E 080. ADOBE.
12. OTI, J.E., Kinuthia, J.M., Bai, J., 2008. Using slag for unfired-clay masonry bricks. *Proceedings of ICE, Journal of Construction Materials*.
13. OTI, J.E., Kinuthia, J.M., Bai, J., 2009. Engineering properties of unfired clay masonry bricks. *Engineering Geology* 107.
14. R. ETCHEBARNE, G. PIÑEIRO, J.C. SILVA, 2005. Proyecto Terra Uruguay. Montaje de prototipos de vivienda a través de la utilización de tecnologías de tierra: adobe, fajina y BTC.
15. URBINA, B. 2005. Construcciones Rurales. Voluen 1. Universidad Nacional Agraria La Molina.
<https://ecocosas.com/construccion/el-adobe/>

<https://ecocosas.com/construccion/el-adobe/>
<https://eudomus.com/como-hacer-ladrillos-de-adobe/>
(<http://www.enbuenasmanos.com/ladrillos-ecologicos>).
<http://miliarium.com/Prontuario/Tablas/Química/Propiedades Termicas.asp>
http://gracomaq.net/index_archivos/estabilizantes.htm

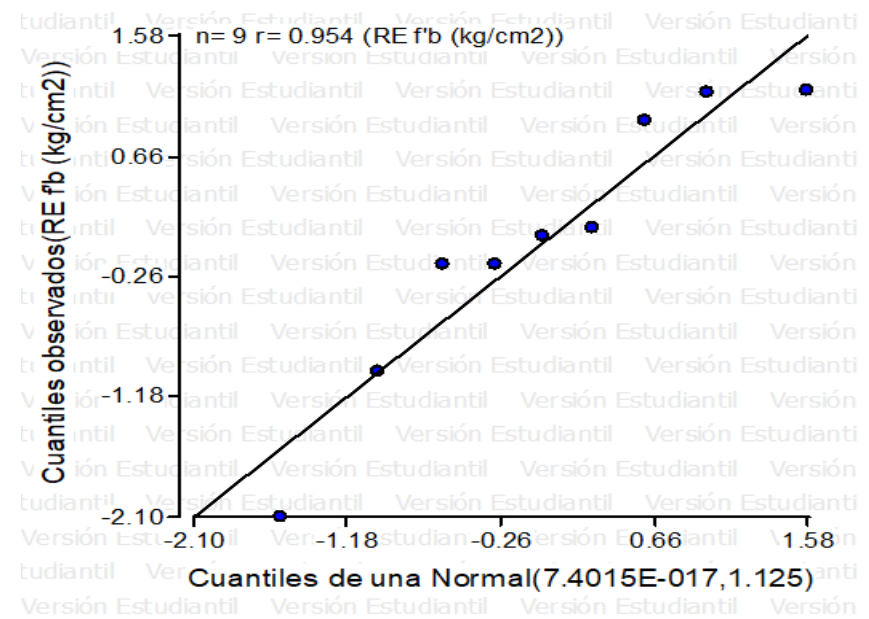
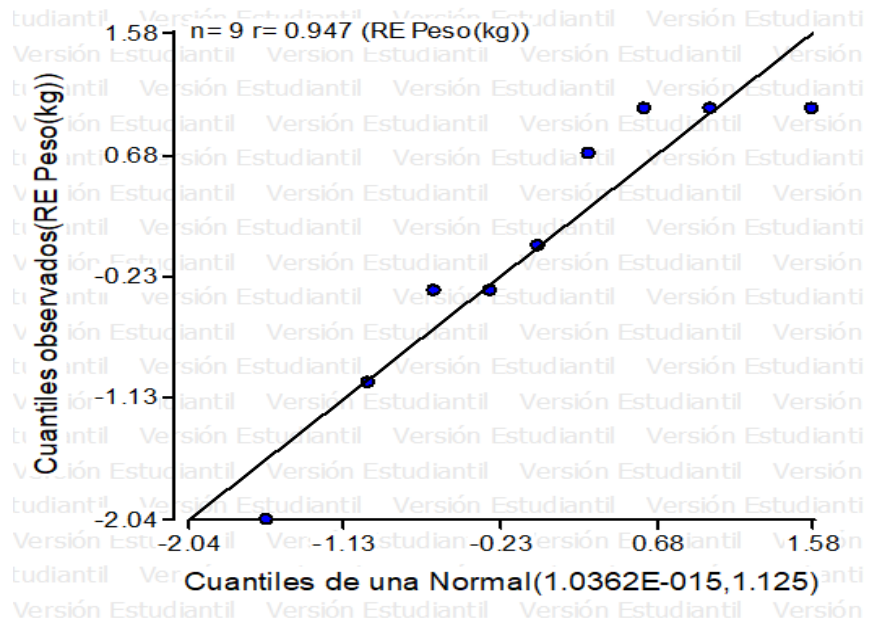
ANEXOS

Anexo 1: Datos originales tomados en campo

| Adobe | Tratamiento | f'b (kg/cm ²) | Peso(kg) |
|--------|----------------------|---------------------------|----------|
| Adobe1 | 30% cascara de arroz | 15.31 | 4.10 |
| Adobe1 | 30% cascara de arroz | 15.34 | 4.20 |
| Adobe1 | 30% cascara de arroz | 15.20 | 4.30 |
| Adobe2 | 40% cascara de arroz | 15.84 | 4.00 |
| Adobe2 | 40% cascara de arroz | 16.26 | 4.10 |
| Adobe2 | 40% cascara de arroz | 16.94 | 4.00 |
| Adobe3 | 50% cascara de arroz | 16.12 | 4.00 |
| Adobe3 | 50% cascara de arroz | 14.43 | 4.30 |
| Adobe3 | 50% cascara de arroz | 16.00 | 4.30 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Pruebas graficas de normalidad (q-q-plot) de las variables en estudio (SHAPIRO FRANCE)



Anexo 3: Pruebas estadísticas y cuadro de resumen de resultados

| Variable | valor de r | Prueba estadística |
|-------------|------------|-----------------------|
| Resistencia | 0.945 | Análisis de variancia |
| Peso seco | 0.954 | Análisis de variancia |

Cuadro de resumen de resultados de variables

| Adobe | Proporción (tratamientos) | f'b (kg/cm ²) | Peso seco (kg) |
|--------|---------------------------|---------------------------|----------------|
| Adobe1 | 30% de cascara de arroz | Adobe2 16.35 | Adobe1 4.20 |
| Adobe2 | 40% de cascara de arroz | Adobe3 15.52 | Adobe3 4.20 |
| Adobe3 | 50% de cascara de arroz | Adobe1 15.28 | Adobe2 4.03 |

Anexo 4: Análisis de caracterización Físico – Mecánico de muestra



UNAP

FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE SUELOS Y CULTIVOS
LABORATORIO DE SUELOS

Análisis de caracterización Físico – Mecánico de 1 muestra del Fundo Zungarococha – Caserío de Puerto Almendra

SOLICITANTE: ARIES KATRIEL FLORES PANDURO.
FECHA: OCTUBRE 2019.

| MUESTRAS | CLASE DE PARTICULAS | % | CLASE TEXTURAL |
|-----------|---------------------|-------|----------------|
| MUESTRA 1 | Arcilla | 66.80 | Arcilla |
| | Arena | 30.20 | |
| | Limo | 3.00 | |
| | Materia Orgánica | 1.82 | |

CONCLUSION: El análisis Físico – Mecánico, reporta que la muestra 1 es de textura fina clase Textural arcilloso.

Ing. JORGE AQUILÉS VARGAS FASABI, M.Sc.
JEFE LABORATORIO DE SUELOS



Universidad Nacional Agraria La Molina
Sánchez Cerro Nº 155 - Telef 234 140 - Moynas - Loreto
Teléfono: 011 234140 - e-mail: agronomia@unalm.lima.pe



Anexo 5: Galería de fotos









