



UNAP



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

TESIS

**“EVALUACIÓN DE NIVELES DE FIBRA DE PASTO GUATEMALA
(*Tripsacum laxum*) Y SU INFLUENCIA SOBRE LA RESISTENCIA
A LA COMPRESIÓN EN LA FABRICACIÓN DE ADOBE.
ZUNGARO COCHA. 2018”**

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

**PRESENTADO POR:
RENE PRINCIPE CUMARI MOZOMBITE**

**ASESOR:
ING. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, Dr.**

IQUITOS, PERÚ

2019



UNAP

**FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
EN GESTION AMBIENTAL**



ACTA DE SUSTENTACION N° 010-EFPIGA-FA-UNAP-2019.

En Iquitos, a los 22 días del mes de mayo del 2019, a horas 05:00 pm el Jurado designado por la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Gestión Ambiental, integrado por los Señores Miembros que a continuación se indica:

- | | |
|--|------------|
| Ing. RONALD YALTA VEGA, MSc. | PRESIDENTE |
| Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ, MSc. | MIEMBRO |
| Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS. | MIEMBRO |
| Ing. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, Dr. | ASESOR |

Se constituyeron en el Auditorio de la Facultad de Agronomía, para escuchar la sustentación de la Tesis titulada: "EVALUACION DE NIVELES DE FIBRA DE PASTO GUATEMALA (*Tripsacum laxum*) Y SU INFLUENCIA SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN LA FABRICACION DE ADOBE. ZUNGARO COCHA. 2018", presentado por el Bach. RENE PRINCIPE CUMARI MOZOMBITE, para optar el Título Profesional de INGENIERO EN GESTION AMBIENTAL que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

Después de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas:

Satisfactoriamente

El Jurado después de las deliberaciones correspondientes en privado, llegó a las siguientes conclusiones:

La tesis ha sido Aprobada por Mayoría
Siendo las 06:45 pm se dio por terminado el acto Felicitando
al sustentante por su trabajo.

Ing. Ing. RONALD YALTA VEGA, MSc.
PRESIDENTE

Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ, MSc.
MIEMBRO

Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS.
MIEMBRO

Ing. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, Dr.
ASESOR

Somos la Universidad licenciada más importante de la Amazonía del Perú, rumbo a la acreditación

Samanez Ocampo N° 185 - Teléf. 234140 - Maynas - Loreto
<http://www.unapiquitos.edu.pe> - e-mail: agronomia@unapiquitos.edu.pe




**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
GESTIÓN AMBIENTAL**

Tesis aprobada en sustentación pública el día 22 de mayo 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. RONALD YALTA VEGA, M.Sc.
PRESIDENTE**





**Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ, M.Sc.
MIEMBRO**



**Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS
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.

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
HOJA DE FIRMAS.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	4
1.1. ANTECEDENTES.....	4
1.2. BASES TEÓRICAS.....	7
1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	24
CAPÍTULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES	27
2.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	27
2.1.1. Hipótesis general.....	27
2.2. VARIABLES Y SU OPERACIONALIZACIÓN.....	27
2.2.1. Identificación de las variables.....	27
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	28
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	28
3.1.1. Tipo de investigación.....	28
3.1.2. Diseño de investigación.....	28
3.2. DISEÑO MUESTRAL.....	28
3.2.1. Población.....	28
3.2.2 Muestra	28
3.3. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	29
3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS	30
3.5. ASPECTOS ÉTICOS	31
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	32
4.1. CARÁCTER FÍSICO	32
4.1.1. Resistencia de adobe en kg/cm ²	32

4.1.2. Prueba de Duncan para resistencia en kg/cm ²	33
4.2. CARÁCTER MECÁNICO	34
4.2.1. Diferencia de peso de adobe en kg.	34
4.2.2. Prueba de Duncan de la diferencia de peso de adobe en kg.....	35
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN	37
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES	39
CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES	40
CAPÍTULO VIII. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	41
ANEXOS	43

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N°01.	Análisis de variancia de la resistencia en kg/cm ² de adobe ... 32
Cuadro N°02.	Prueba de Duncan de la resistencia en kg/cm ² de adobe 33
Cuadro N°03.	Análisis de variancia de diferencia de peso de adobe en kg... 34
Cuadro N°04.	Prueba de Duncan de la diferencia de peso de adobe en kg.. 35
Cuadro N°05.	Resultado de los análisis de la tesis 51
Cuadro N°06.	Peso en Kilogramo de muestra de adobe durante el secado, primera repetición 51
Cuadro N°07.	Peso en Kilogramo de muestra de adobe durante el secado, segunda repetición 52

ÍNDICE DE GRÁFICO

	Pág.
Gráfico N°01.	Promedios de resistencia en kg/cm ² , muestra diferencias estadísticas significativas. 33
Gráfico N°02.	Promedios de diferencia de peso de adobes, muestra diferencias estadísticas significativas. 36

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1.	Panel fotográfico 44
Anexo 2.	Datos originales de la investigación..... 51

RESUMEN

El experimento se realizó en las instalaciones del Taller de Enseñanza e Investigación de plantas Hortícolas (TEIPH) de la Facultad de Agronomía-UNAP, caserío Zungarococha, distrito de San Juan, provincia de Maynas, región Loreto.

El diseño experimental que se utilizó fue Estadístico Completamente al Azar con cuatro (04) tratamientos y dos (2) repeticiones, haciendo un total de 4 tratamientos con 12 repeticiones.

Se observa que hay dos grupos homogéneos, donde las proporciones de tierra en la compresión de adobe, de 90%, 70% y 80% respectivamente no muestran diferencias estadísticas significativas. Estaría indicando que, a menor proporción de pasto en la mezcla con tierra, la resistencia en kg/cm² es mayor. Hay que precisar que el análisis de variancia expresa diferencia estadística no significativa; sin embargo, al realizar la prueba de comparaciones independientes de Duncan, expresan el orden de mérito donde la proporción 90% de tierra: 10% de pasto es significativo a la proporción 80% de tierra: 20% de pasto y 60% de tierra: 40% de pasto.

Se presentan dos grupos homogéneos, donde las proporciones de tierra en la compresión de adobe, de 90% y 80% respectivamente no muestran diferencias estadísticas significativas. El orden de mérito estaría indicando que, a menor proporción de pasto en la mezcla con tierra, la diferencia de peso es mayor. Esta diferencia expresa adobes con menor cantidad de agua.

ABSTRACT

The experiment was carried out at the facilities of the Horticultural Plants Teaching and Research Workshop (TEIPH) of the Faculty of Agronomy-UNAP, Zungarococha village, San Juan district, Maynas province, Loreto region.

The experimental design that was used was Completely Random Statistical with four (04) treatments and two (2) repetitions, making a total of 4 treatments with 12 repetitions.

It is observed that there are two homogeneous groups, where the proportions of land in the adobe compression, of 90%, 70% and 80% respectively do not show significant statistical differences. It would be indicating that, the lower the proportion of grass in the mixture with soil, the resistance in kg / cm² is greater. It should be noted that the analysis of variance expresses non-significant statistical difference; However, when performing Duncan's test of independent comparisons, they express the order of merit where the ratio 90% land: 10% grass is significant to the ratio 80% land: 20% grass and 60% land: 40% grass.

Two homogeneous groups are presented, where the proportions of land in the adobe compression, of 90% and 80% respectively, do not show significant statistical differences. The order of merit would indicate that, the lower the proportion of grass in the mixture with soil, the difference in weight is greater. This difference expresses adobes with less wáter.

INTRODUCCIÓN

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 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 la 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.

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.

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.

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 35 y 45%, arcilla 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.

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

En tal sentido, el presente trabajo de investigación, mediante la generación de una tecnología adecuada pretende contribuir a generar una información inicial en base a la caracterización de los residuos sólidos y a partir de ella poder caracterizar su composición entre sólidos orgánicos e inorgánicos, con el fin de utilizarla como materia prima para la generación de adobes como una manera de minimizar el costo que demandaría su aplicación. Los objetivos de la investigación que se plantearon fueron los siguientes:

Determinar si los diferentes niveles de fibra de pasto Guatemala influye sobre la resistencia a la compresión en la fabricación de adobe.

Establecer la proporción de los niveles de fibra de pasto Guatemala y tierra.

Realizar pruebas de resistencia a la compresión de los adobes en Kg/cm².

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES

Carhuanambo, J. (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%).

(Estrada & Luna, 1979). En su tesis “Estudio de la paja Ichu en las propiedades del adobe en Cajamarca”, tuvieron como objetivo analizar las propiedades mecánicas del adobe, para lo cual elaboraron especímenes con diferentes porcentajes y longitudes de paja Ichu, llegando a las siguientes conclusiones: los especímenes que alcanzaron mayor resistencia a la compresión fueron los que se le agregaron 2% de paja Ichu en peso y con longitud de fibra de 7 cm. Por otro lado, los especímenes que alcanzaron una mejor resistencia a los esfuerzos de flexión fueron a los que se les adicionó 2.5% de paja Ichu y con una longitud de fibra de 5 cm.

Jiménez & Llanos (1985), en su tesis “Estudio del adobe fabricado en la ciudad de Cajamarca y su mejoramiento” tuvieron como finalidad en su investigación aplicar los estudios realizados para bloques corrientes y estabilizarlos para obtener un adobe con mejores condiciones de resistencia y durabilidad, elaborando especímenes los cuales se estabilizaron con paja ichu, aserrín, yeso, melaza, asfalto, llegando a las siguientes conclusiones: la adición de inertes, paja ichu, aserrín, yeso, melaza, asfalto en la elaboración de adobes incrementa su resistencia a la compresión, flexión y mejora su durabilidad frente a la humedad. La resistencia a compresión simple tuvo como mejor resultado la muestra con 5% de aserrín con un esfuerzo de 50.30 kg/cm². En resistencia a flexión por tracción se obtuvo los mejores resultados para la muestra con 5% de aserrín con un esfuerzo a la rotura de 11.07 kg/cm² y la muestra con 2.5% de paja ichu con un esfuerzo a la rotura de 10.12 kg/cm²

López Gálvez & Bernilla Carlos (2012). En su Investigación “Evaluación funcional y constructiva de viviendas con adobe estabilizado en Cayaltí. Programa Cobe -1976” evaluaron un conjunto de 100 viviendas construidas en el año 1976 con Adobe estabilizado denominado Programa COBE (Construcción con Bloques Estabilizados), que abordó el problema de la estabilización de suelos mediante el uso del asfalto RC250 y emulsiones asfálticas, habiéndose captado la información tecnológica procedente de los Estados Unidos en la ex-cooperativa Cayaltí, Chiclayo-Lambayeque. Emplearon una metodología que permitió establecer un diagnóstico consistente en la verificación “in situ”, levantamiento y actualización de la información física, la opinión de los pobladores habitantes del lugar, que permitieron verificar el grado de aceptación tanto en la parte funcional-arquitectónica como en el aspecto constructivo.

Solano Garcido & Aliaga Diaz (1993), en su tesis “Sistema Constructivo con adobón insitu utilizando refuerzos verticales y horizontales” (Cajamarca), tuvieron dentro de sus objetivos principales: Emplear los materiales mejor seleccionados, introduciendo los refuerzos interiores incrementando la resistencia y ductilidad ante un sismo, Proponer nuevas tecnologías y materiales para viviendas económicas, Lograr una vivienda con adobón, económica, funcional y resistente a sollicitaciones externas. Para lo cual clasificaron una tierra adecuada, a la cual le agregaron ichu, agua y piedra (sistema de adobón) y reforzaron el sistema con madera de eucalipto tanto horizontal y verticalmente, para luego ensayar un muro con este sistema, llegando a la conclusión que, con una dosificación de tierra más paja ichu (2% en peso, 3:1 en volumen), una proporción de piedra (de 2” a 5” aproximadamente) de 50% con relación al barro; y los refuerzos de varas de eucalipto vertical y horizontalmente, mejoran la resistencia de los muros con adobones, indicando que la piedra le da al sistema buena consistencia y que el barro bien preparado con dos días de dormido le

proporciona buena adherencia, y al no tener juntas verticales ni horizontales, permiten la continuidad del muro.

1.2. BASES TEÓRICAS

De la Ley

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.

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"

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.

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.

Del 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.

De la preparación del material.

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.

Del tamaño del molde

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.

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/>

Del Secado del adobe

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.

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/>

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).

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 formulación. - La calidad y porcentaje de arcilla en la composición de la mezcla determinan la resistencia mecánica del ladrillo, igualmente el porcentaje de desengrasantes, insumos agregados y granulometría.
- La cocción. - Los ladrillos de cerámica roja adquieren su resistencia mecánica por medio del tratamiento térmico conocido como sinterización, el cual se da cuando los puntos de contacto de los granos adyacentes se funden en una fase vítrea y se unen. Este proceso conocido como sinterización vítrea, empieza generalmente a los 800°C y continua hasta temperaturas cercanas a los 1200°C, cuando tiene lugar la fusión y recristalización de los materiales. GBPAL (2009).

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- Marín, 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**).

Ladrillos ecológicos

Los ladrillos ecológicos son ladrillos construidos 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.

Tipos de ladrillos ecológicos.

Diferenciaremos los ladrillos ecológicos por los materiales con que están construidos 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.
- Cábano 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.

Ventajas de los ladrillos ecológicos.

- 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.

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).

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.

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.

Artículo 3. Definiciones

- 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.

- Adobe estabilizado

Adobe en el que se ha incorporado otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad.

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.

- 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.

- 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: $f'b \text{ kg/cm}^2$.

- 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.

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).

Del pasto

El pasto Guatemala es una gramínea forrajera vigorosa y de tipo perenne, que normalmente es utilizada en sistemas de corte y acarreo, la cual llega alcanzar hasta tres metros de altura; las hojas son falsopecioladas, de color verde oscuro y con pocas vellosidades en ambos lados, las cuales miden en promedio 1.20 metros de largo y hasta nueve centímetros de ancho; existe una excelente relación hoja – tallo y es evidente la capacidad de mantener su valor nutritivo en estado de madurez avanzada.

Los tallos son glabros, gruesos, de forma achatada, toscos y permanecen jugosos hasta la etapa de la floración; miden de 1.5 a 2.5 cm de diámetro y es el material que se usa para su reproducción. La inflorescencia es una espiga racimosa digitada, monoica, axilar, terminal, con dos o tres racimos de aproximadamente 20 cm de largo.

El *Tripsacum* es un género monoico que pertenece exclusivamente al Nuevo Mundo y es considerado hermano del género *Zea* ya que es una especie ubicada

en la misma línea fitogenética del Teosinte, que es el pariente silvestre del maíz y es el único con el cual se ha podido cruzar en condiciones experimentales, por lo que ambos han sido vinculados históricamente al maíz. Este género incluye cerca de veinte especies que se encuentran distribuidas desde Estados Unidos hasta Paraguay, doce de las cuales se concentran en Guatemala y México, países que son considerados los centros de origen de la diversidad genética de dicho género. <https://www.engormix.com> >Foros>Forrajes-Pasturas.

Hasta la fecha se han producido híbridos viables que crecen y llegan a alcanzar la madurez, los cuales tienen la cualidad de ofrecer apomixis y mayor resistencia a los insectos y la maleza. El pasto Guatemala (***Tripsacum laxum***) es uno de ellos y se encuentra altamente distribuido en Mesoamérica y Sur América, reportando en algunos estudios realizados, que se logró adaptar satisfactoriamente desde el nivel del mar hasta 1,500 msnm.

Por las características morfológicas que posee esta especie, se incluye dentro de las forrajeras que reportan altos rendimientos de materia verde por hectárea, los cuales son similares o superiores a los que pertenecen al género *Pennisetum*, que tienen la capacidad de producir hasta 100 Toneladas de forraje verde/ha/corte, la cual se estima que su contenido de materia seca es alrededor en un 20 por ciento.

<https://www.engormix.com/ganaderia.../pasto-guatemala-tripsacum-laxum-t41083.ht...> 24 ago. 2017.

Es importante aclarar que el pasto Guatemala, igual que la mayoría de las forrajeras que se explotan en el país, su capacidad productora de materia verde, tanto en volumen como en calidad, está estrechamente ligada a la disponibilidad de nutrientes en el suelo, siendo este uno de los principales aspectos que limita a las plantas que expresen todo su potencial.

Es una especie que se adapta bien a temperaturas que están comprendidas entre los 18 y 30 °C, altitudes desde cero hasta 1,800 msnm y precipitaciones pluviales

de 800 a 4,000 mm anuales; con relación al sustrato, es necesario aclarar que requiere suelos de textura arenosa, franca o franca arcillosa, con pH superior a 4.5 y buen drenaje interno.

Está catalogada como una planta rústica, que tiene la capacidad de tolerar la presencia de aluminio en el suelo y en alguna medida los periodos de sequía, pero no las inundaciones prolongadas. En una plantación establecida en el departamento de Alta Verapaz, se reporta que ha respondido satisfactoriamente a las aplicaciones periódicas de abono orgánico a base de estiércol de ovinos.

<https://www.engormix.com/ganaderia.../pasto-guatemala-tripsacum-laxum-t41083.ht...>24 ago. 2017.

Descripción del cultivo

Esta especie forrajera se reproduce por medio de esquejes que contengan de 3 a 5 nudos, provenientes de tallos maduros, vigorosos y libres de enfermedades, los cuales previamente deben ser seleccionados. La siembra se puede hacer de forma inclinada, a una distancia de 25 centímetros entre estacas y un metro entre surcos; también puede realizarse horizontalmente sobre el surco en forma continua, ya sea en cadena simple o doble, dependiendo de la disponibilidad de material, cubriéndolos con una capa de suelo de 5 centímetros.

Se recomienda utilizar una frecuencia de corte de 60 a 90 días, dependiendo de la época y el lugar, o cuando la planta haya alcanzado como mínimo una altura de 1.5 metros. Entre los aspectos negativos que se le señalan a la especie está la alta concentración de humedad que posee y el bajo porcentaje de proteína cruda, el cual oscila entre 5 y 8 por ciento en base seca, dependiendo de la época y la edad de la planta.

<https://www.engormix.com/ganaderia.../pasto-guatemala-tripsacum-laxum-t41083.ht...>24 ago. 2017.

Manejo del cultivo

El pasto Guatemala tuvo mucha importancia en el país hace algunas décadas, pero misteriosamente fue desapareciendo de las regiones donde tradicionalmente se ha ubicado la ganadería bovina; en los últimos años, se ha observado que nuevamente está resurgiendo en la zona Norte del país, principalmente en varios municipios del departamento de Alta Verapaz.

Las razones básicas de este fenómeno se atribuyen a dos razones, por una parte, al hecho de que los productores son muy exigentes y quieren ver resultados a corto plazo, lo que implica que las forrajeras tengan periodos de establecimiento demasiado cortos, situación que no sucede en este caso, porque la especie en discusión es muy lenta, debiendo transcurrir en óptimas condiciones, hasta seis meses para el primer corte.

<https://www.engormix.com/ganaderia.../pasto-guatemala-tripsacum-laxum-t41083.ht...>24 ago. 2017.

El otro factor responsable del reemplazo gradual de la especie, está relacionado directamente con el manejo que se le ha proporcionado al momento de la cosecha, ya que equivocadamente le aplican el mismo tratamiento que tradicionalmente se da a las diferentes especies y variedades de Napier. Al hacer el corte a ras del suelo, supuestamente estamos estimulando una mayor emisión de rebrotes, sin percatarnos que en el pasto Guatemala, las reservas para la recuperación después del corte se encuentra a unos veinte centímetros sobre el suelo, afectando de esta forma la fisiología de la planta porque se eliminan las reservas para el inicio del nuevo rebrote y la planta tiende a desaparecer.

<https://www.engormix.com/ganaderia.../pasto-guatemala-tripsacum-laxum-t41083.ht...>24 ago. 2017.

1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Agua.** El agua es el agente que permite que las reacciones químicas de los estabilizantes se generen y el elemento que hace que la tierra gane plasticidad, básicamente mediante la absorción por parte de la arcilla. Por lo tanto, el agua es el componente que activa las propiedades de todos los demás para producir la pieza de tierra.

La humedad óptima del bloque de tierra es la que consiga una mayor densidad del bloque. La cantidad de agua vertida en la mezcla debe asegurar una plasticidad suficiente evitando el exceso y el defecto, tanto dejando demasiado fluida la mezcla, por un lado, provocando una disminución de la resistencia, o dejando disgregado el esqueleto por el otro, debido a una falta de cohesión entre las partículas **(R. Etchebarne et al. 2005)**.

- **Arcilla.** La arcilla es una roca sedimentaria contribuyente esencial de gran parte de los suelos y sedimentos debido a que son, en su mayor parte, productos finales de la meteorización de los silicatos que, formados a mayores presiones y temperaturas, se hidrolizan. Desde el punto de vista mineralógico, el grupo de minerales que engloba, filosilicatos en su mayor parte, cuyas propiedades físico-químicas dependen de su estructura y de su tamaño de grano, muy fino (inferior a 0.002 mm). Debido a esta finura se les consideran coloides. Está constituida por agregados de silicatos alumínicos hidratados, procedentes de la descomposición de minerales de aluminio y su fórmula química es: $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot H_2O$.

<http://miliarium.com/Prontuario/Tablas/Química/Propiedades Termicas.asp>

- **BTC.** Son las siglas para bloques de tierra comprimida. Como el adobe, son piezas prismáticas de tierra que se fabrican con moldes. Sin embargo, la principal característica del BTC es que la tierra es comprimida dentro del

molde, aumentando su compacidad y así, su resistencia mecánica. La mezcla suele llevar estabilizantes con cal o cemento. **(S. Bestraten et al 2010)**.

- **Estabilizantes.** Los estabilizantes mejoran las propiedades físicas del adobe, aumentando su resistencia, evitando la retracción durante el secado, evitando su erosión, impidiendo el alojamiento de insectos, mejorando la resistencia a la corrosión del agua. Son productos que interaccionan con los elementos de la tierra mejorando sus características en los aspectos antes señalados. Existen multitud de sustancias como ejemplo de estabilizadores: cal, yeso, cemento, resinas, polímeros, aceites, grasas, ceras, orín, estiércol, paja, etc. El cemento, la cal y el yeso son los estabilizantes más eficientes entre los que se pueden adquirir fácilmente. Sin embargo, necesitan más energía que el resto para ser producidos, especialmente el cemento, lo que paliaría un poco las características sostenibles de la construcción con tierra.

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

- **Fibras estabilizantes:** Con los estabilizantes por fibras se controla el comportamiento de dilatación y retracción o contracción durante el fraguado; este consiste en la adherencia de material fibroso a la tierra, formando redes al unirse. Estas fibras pueden ser de origen vegetal, como paja, diferentes gramíneas, virutas de madera, acículas de pináceas, cáscaras de coco, tallos del maíz y fibras de pita o fique, de origen animal, como lana, crines de caballo, pelo de llama y de origen artificial como la fibra de caucho. Las fibras como estabilizantes impiden la aparición de fisuras y siguen actuando con el tiempo; también cumplen la función de articular la estructura y volverla flexible ante movimientos sísmicos **(Arteaga, Medina, & Gutiérrez, 2011)**

- **Gestión ambiental.** Estrategia mediante el cual se organizan las actividades antrópicas que afectan al medio ambiente, con el fin de lograr una adecuada calidad de vida, previniendo o mitigando los problemas ambientales. **(CAD, 2012)**
- **Paja:** La paja o ichu es un pasto que crece en altitudes comprendidas entre los 3,300 a 4,500 msnm, son plantas de climas fríos, de allí que abunda en las jalcas de nuestra serranía. Es un material fibroso de forma bastante fina, que se puede emplear para la fabricación de adobes con el fin de absorber las tensiones provocadas por la contracción de la mezcla suelo-agua como consecuencia del secado. El elevado porcentaje de lignina hace que esta planta sea resistente a la descomposición producida por microorganismos **(Jimenez & Llanos, 1985)**
- **Tierra.** Es el principal componente de los BTC. Es el elemento que da cuerpo y solidez al bloque. Está compuesta básicamente por áridos, limos y arcilla. Los áridos y los limos conforman el esqueleto resistente que soportan las cargas y evitan la fisuración. La variedad es su granulometría, le confiere distintas propiedades, dependiendo de gruesos, finos y limos. Es fácilmente extraíble, simplemente recogéndole del suelo. De todos modos, no todos los suelos son igual de aptos para formar productos de construcción basados en la tierra. Se deben desechar la capa superficial que contiene elementos orgánicos. A partir de unos 30 centímetros de profundidad suele ser tierra apta para bloques. **(R. Etchebarne et al. 2005).**

CAPÍTULO II

HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

2.1.1. Hipótesis general

Al menos uno de los niveles de fibra de pasto Guatemala 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: Niveles de fibra de pasto Guatemala para la fabricación de adobe.

X1: 10% fibra de pasto Guatemala

X2: 20% fibra de pasto Guatemala

X3: 30% fibra de pasto Guatemala

X4: 40% fibra de pasto Guatemala

Variables Dependientes:

Y1: Características físicas

Y11. Resistencia a la compresión EN Kg/cm²

Y2: Características físicas

Y21.- Diferencia de peso en kg

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de estudio que se empleó para el análisis del trabajo de investigación fue el cuantitativo, experimental, explicativo, transversal y prospectivo que sirvieron para obtener los datos numéricos, cuyos valores nos permitió realizar los procedimientos estadísticos y lograr obtener resultados válidos y confiables para la toma de decisiones.

3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue experimental donde se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), donde se manipuló la variable independiente con mayor porcentaje de pasto, para analizar luego la variable dependiente resistencia a la compresión y determinar la influencia que tuvo.

3.2. DISEÑO MUESTRAL

3.2.1. Población

Tomando como referencia los tratamientos de estudio planteados y el tamaño de la población, donde el tamaño de la población objetivo fue en total 12.

3.2.2 Muestra

Las muestras de adobe fueron igual a los de la población.

3.3. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la evaluación de los datos obtenidos de cada variable estudiada, se utilizó la técnica del Diseño de Bloques al Azar (DCA), 4 tratamientos y 2 repeticiones, teniendo como modelo aditivo lineal el siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_i B_j + E_{ij}$$

Donde:

U = Efecto de la media general

B_j = Efecto de la j – ésima repetición

T_i = Efecto del i – ésimo tratamiento

E_{ij} = Efecto del error de la observación experimental

La obtención de datos de cada variable, se obtuvo de cada tratamiento estudiado con sus respectivas repeticiones.

I. 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.

II. 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.

Procedimientos que se utiliza para la fabricación de los adobes.

- 1.- Se realizará el preparado de la mezcla, para tal fin se utilizará las siguientes concentraciones.
T1: 90% de tierra – 10% de pasto picado
T2: 80% de tierra – 20% de pasto picado
T3: 70% de tierra – 30% de pasto picado
T4: 60% de tierra – 40% de pasto picado
- 2.- Se procederá a realizar la mezcla adicionando la paja del pasto, 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.
- 3.- Cuando la mezcla adquiere consistencia uniforme, se le vierte al molde y se deja en reposo durante 24 horas en el mismo lugar.
- 4.- 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.
- 5.- Las muestras luego del secado se llevan al laboratorio de suelo para su prueba de resistencia.
- 6.- Procesamiento de la información.

3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para el procedimiento se empleará el diseño estadístico completamente al azar con cuatro (04) tratamiento y dos (2) repeticiones, haciendo un total de 4 tratamientos con 12 repeticiones.

Esquema del análisis de variancia

F.V.	GRADOS DE LIBERTAD	
Tratamiento	$t-1 = 4-1$	3
Error	$T(r-1) = 4(3-1)$	8
	$(r t)-1 = (3 \times 4)-1$	11

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

Los datos obtenidos en la presente investigación, fueron sometidos a la prueba de normalidad mediante el método gráfico de (Shapiro France Q-Q-Plot) (**ver anexo II**), los resultados admitieron utilizar procedimientos estadísticos paramétricos Análisis de variancia para la prueba de hipótesis de la razón de diferencias de medias y la prueba de comparaciones independientes de Duncan.

4.1. CARÁCTER FÍSICO

4.1.1. Resistencia de adobe en kg/cm²

En el cuadro N°01, se reporta el resumen estadístico del análisis de variancia, la cual expresa diferencias estadísticas no significativas entre las medidas de resistencias de adobes a los porcentajes tierra y pasto en las mezclas (p valor > 0.05), nos indica tamaños de efectos estadísticamente iguales de estas cuatro proporciones. El 6.55% de coeficiente de variabilidad nos indica confianza experimental.

Cuadro N°01. Análisis de variancia de la resistencia en kg/cm² de adobe

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Proporción	14.08	3	4.69	5.24	0.0716
Error	3.58	4	0.89		
Total	17.65	7			

Fuente: Elaboración propia

CV= 6.55%

Los datos sometidos al análisis de variancia con bajo grados de libertad para el error experimental, es conveniente tomar con cierta precaución la confianza experimental, el mismo que presenta enmascaramiento de efectos de los tratamientos, debido a que la prueba de Duncan registra diferencia estadística significativa.

4.1.2. Prueba de Duncan para resistencia en kg/cm²

En el cuadro N°02, se reporta el cuadro de la prueba de Duncan de las medidas resistencia de adobe en kg/cm² a los porcentajes de tierra y pasto en la mezcla (p valor > 0.05). Hay que precisar que el análisis de variancia expresa diferencia estadística no significativa; sin embargo, al realizar la prueba de comparaciones independientes de Duncan, expresan el orden de mérito donde la proporción 90 % de tierra y 10% de pasto es significativo a la proporción 60% de tierra y 40% de pasto.

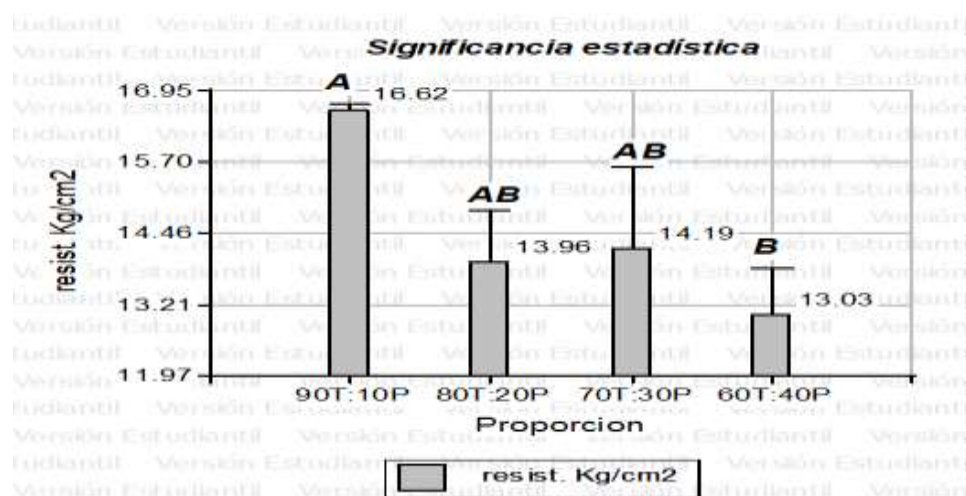
Cuadro N°02. Prueba de Duncan de la resistencia en kg/cm² de adobe

O.M.	Proporción	Medias	E.E.	Sig.
1°	90T:10P	16.62	0.67	A
2°	70T:30P	14.19	0.67	A B
3°	89T:20P	13.96	0.67	A B
4°	60T:40P	13.03	0.67	B

Fuente: Elaboración propia

En este cuadro, se observa que hay dos grupos homogéneos, donde las proporciones de tierra en la compresión de adobe, de 90, 70 y 80% respectivamente no muestran diferencias estadísticas significativas. Estaría indicando que, a menor proporción de pasto en la mezcla con tierra, la resistencia en kg/cm² es mayor.

Gráfico N°01. Promedios de resistencia en kg/cm², muestra diferencias estadísticas significativas.



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En el gráfico de barras N°01, se puede apreciar la discrepancia de los promedios de resistencia del adobe al ser sometidos a cuatro proporciones de tierra y pasto en la mezcla para su elaboración, donde se aprecia que a menor proporción de pasto en la mezcla es mayor la resistencia en kg/cm² del adobe terminado.

4.2. CARÁCTER MECÁNICO

4.2.1. Diferencia de peso de adobe en kg.

En el cuadro N°03, se reporta el resumen estadístico del análisis de variancia, la cual expresa diferencias estadísticas no significativas entre la media de la diferencia de peso de adobe a los porcentajes de tierra y pasto en la mezcla (p valor > 0.05), nos indica tamaños de efectos estadísticamente iguales de estas cuatro proporciones. El 3.83% de coeficiente de variabilidad nos indica confianza experimental.

Cuadro N°03. Análisis de variancia de diferencia de peso de adobe en kg.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Proporción	0.07	3	0.02	6.39	0.0525
Error	0.01	4			
Total	0.08	7			

Fuente: Elaboración propia

CV=3.83%

Los datos sometidos al análisis de variancia con bajo grados de libertad para el error experimental, es conveniente tomar con cierta precaución la confianza experimental, el mismo que presenta enmascaramiento de efectos de los tratamientos, debido a que la prueba de Duncan registra diferencia estadística significativa.

4.2.2. Prueba de Duncan de la diferencia de peso de adobe en kg.

En el cuadro N°04, se reporta el cuadro de la prueba de Duncan de las medias de diferencia de peso de adobe a los porcentajes de pasto en la mezcla (p valor > 0.05). Hay que precisar que el análisis de variancia expresa diferencia estadística no significativa; sin embargo, al realizar la prueba de comparaciones independientes de Duncan, expresan el orden de mérito donde la proporción 90% de tierra: 10% de pasto es significativo a la proporción 80% de tierra: 20% de pasto y 60% de tierra: 40% de pasto.

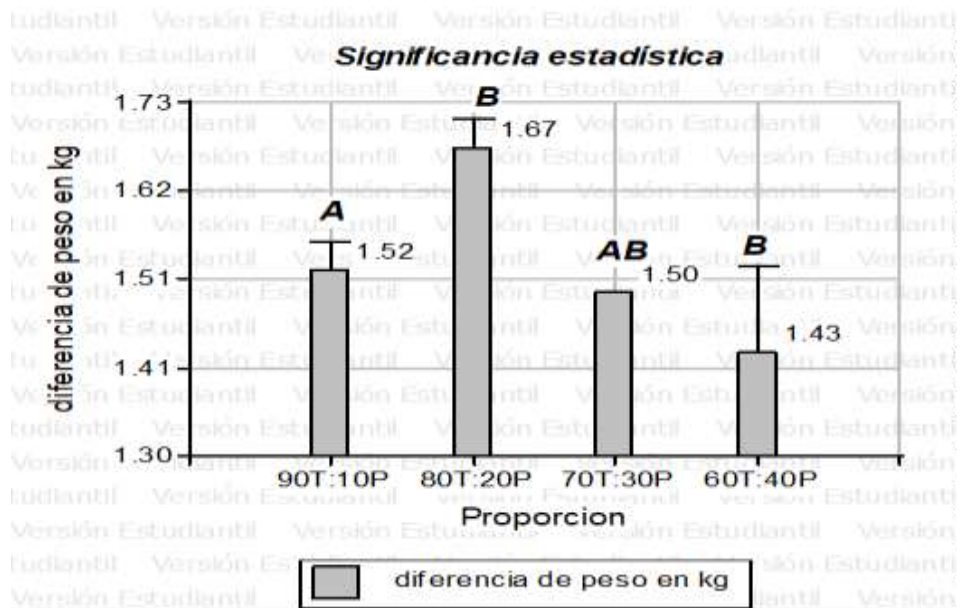
Cuadro N°04. Prueba de Duncan de la diferencia de peso de adobe en kg.

O.M.	Proporción	Medias	E.E.	Sig.
1°	90T:10P	1.68	0.04	A
2°	70T:30P	1.53	0.04	A B
3°	89T:20P	1.50	0.04	B
4°	60T:40P	1.43	0.04	B

Fuente: Elaboración propia

En este cuadro, se observa que hay dos grupos homogéneos, donde las proporciones de tierra en la compresión de adobe, de 90 y 80 % respectivamente no muestran diferencias estadísticas significativas. El orden de mérito estaría indicando que, a menor proporción de pasto en la mezcla con tierra, la diferencia de peso es mayor. Esta diferencia expresa adobes con menor cantidad de agua.

Gráfico N°02. Promedios de diferencia de peso de adobes, muestra diferencias estadísticas significativas.



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En el gráfico de barras N°02, se puede apreciar la discrepancia de los promedios de diferencia de peso del adobe al ser sometidos a cuatro proporciones de tierra y pasto en la mezcla para su elaboración, donde se aprecia que a menor proporción de pasto en la mezcla menor contenido de agua en el adobe terminado.

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 capacidad de carga, el tratamiento que presento mejor comportamiento fue el tratamiento T2 con el 6.8 Ton, antes de la deformación y/o ruptura del ladrillo, siendo el peor el T1 con la carga mínima de 5.5 Ton.

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.

Al igual **Manrique, J. (2017)**, quien elaboro adobe a partir de una mezcla de tierra y cascara de arroz para fabricar adobes se evaluó cuatro tratamientos T1: 10% CCA, 90% tierra, T2: 20% CCA, 80% tierra, T3: 30% CA, 70% tierra; T4: 40% CCA, 60% tierra. Basado en la Norma N.T.P. 339.613 estos adobes en cuanto a la resistencia a la compresión el T1 ocupó el último lugar con 27.84 Kg/cm² y el T4 el primer lugar con 80.58 Kg/ cm², donde se pudo concluir que a mayor proporción de cascara de arroz se tuvo la mayor compresión.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo difieren en comparación obtenido por Manrique, ya que el tratamiento T1: 90% de tierra y 10% de paja obtuvo mayor resistencia a la compresión con 16.62 Kg/cm² ocupando el primer lugar el tratamiento T4: 60% de tierra y 40% de paja obtuvo menor resistencia a la compresión con un 13.03 Kg/cm², ocupando el último lugar en donde podemos decir que a mayor contenido de paja se tiene menor resistencia a la compresión.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

1. De los cuatros tratamientos en estudio el tratamiento T1: 10% paja de pasto; 90% tierra tiene la mayor resistencia a la compresión con 16.62 Kg/cm, mientras que el tratamiento T4: 40% paja de pasto; 60% tierra tiene la menor resistencia a la compresión con 13.03 Kg/cm².
2. 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.
3. A menor concentración de paja se tuvo mayor resistencia a la compresión y a mayor concentración de paja se tuvo menor resistencia a la compresión.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

1. Elaborar adobes con los siguientes aditivos: 10% de pasto y 90% de tierra, bien picado, ya que mientras las partículas sean más diminutas la compactación y homogenización en la mezcla, tendrá mejor terminación facilitando el proceso de fabricación de los adobes.
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. Compara en duración con productos clásicos usados en las construcciones mejoradas 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 VIII

FUENTES DE INFORMACIÓN

URBINA, B. (2005). Construcciones Rurales. Volumen 1. Universidad Nacional Agraria La Molina.

BDA (2008). BRICK DEVELOPMENT ASSOCIATION. Accessed on the 28-7-2008.

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>

C. GALAN MARIN, C. RIVERA GOMEZ, J. PETRICK (2010). Clay-based composite stabilized with natural polymer and fibre. Construction and Building Materials.

CYTRYN, S. (1965). Construcción con tierra. Centro Regional de Ayuda técnica. Agencia para el Desarrollo Internacional.

Estrada & Luna (1979). Estudio de la Influencia de la paja Ichu en las Propiedades del adobe. Cajamarca.

<http://www.brick.org.uk/industry-sustainability.html>.

OTI, J. E., Kinuthia, J. M., Bai, J. (2009). Engineering properties of unfired clay masonry bricks. Engineering Geology 107.

LEY N° 26842: “LEY GENERAL DE LA SALUD”. 20/07/1997

DECRETO LEGISLATIVO 635: “Código Penal. 08/04/1991

LEY 23407: “LEY GENERAL DE INDUSTRIA”. Mayo 1982

NORMAS DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (RNE) VIGENTES. E 080. ADOBE.

S. BESTRATEN, E. HORMIAS, A. ALTEMIR. (2010). Construcción con tierra en el siglo XXI. Informes de la construcción.

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.

JAIME CID, IGNACIO CAÑAS (2009). Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

Jiménez, D. & Llanos, R. (1985). "Estudio del adobe fabricado en la ciudad de Cajamarca y su mejoramiento". Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca

López Gálvez, J., & Bernilla Carlos, P. (2012). Evaluación funcional y constructiva de viviendas con adobe estabilizado en Cayaltí, Programa COBE -1976. Lima.

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA LADRILLERAS ARTESANALES - GBPL. (2009).

MIGUEL ANGEL GALVEZ (2002). Bioclimatismo y Construcción con tierra en la obra de Hassan Fathy: El ejemplo de Nueva Gourná.

OTI, J.E., Kinuthia, J.M., Bai, J. (2008). Using slag for unfired-clay masonry bricks. Proceedings of ICE, Journal of Construction Materials.

Solano Garcido, F., & Aliaga Diaz, E. (1993). "Sistema constructivo con adobón in-situ utilizando refuerzos verticales y horizontales". Cajamarca

MORALES, J., ORTIZ, M., & ALAVÉZ, R. (2007). Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe compactado. Naturaleza y Desarrollo, 41.

Páginas web consultadas:

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

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

[https://www.engormix.com >Foros>Forrajes-Pasturas.](https://www.engormix.com/Foros/Forrajes-Pasturas)

<http://www.enbuenasmanos.com/ladrillos-ecologicos>

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

<https://www.engormix.com/ganaderia.../pasto-guatemala-tripsacum-laxum-t41083.ht...24>
ago. 2017.

<http://miliarium.com/Prontuario/Tablas/Química/Propiedades Termicas.asp>

ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico



Foto 1. Lugar donde se recolecto la tierra



Foto 2. Pasto Guatemala del Jardín Agrostológico. UNAP.



Foto 3. Secado y picado del pasto



Foto 4. Materiales utilizados en la preparación del adobe



Foto 5. Secado de la tierra y molido



Foto 6. Mezcla de la tierra y pasto



Foto 7. Llenado de la tierra en los moldes



Foto 8. Secado del adobe bajo sombra



Foto 9. Preparación del adobe para su prueba de compresión



Foto 10. Técnico del Laboratorio de Suelo programando la compresora



Foto 11. Tesista junto a la compresora hidráulica



Foto 12. Muestra de adobe para su prueba de compresión



Foto 13. Adobe sufriendo rotura por la fuerza de la compresora



Foto 14. Prueba de otra muestra

Anexo 2. Datos originales de la investigación

Cuadro N°05. Resultado de los análisis de la tesis

Tratamiento	Proporción	resistencia Kg/cm2	diferencia de peso en kg
T1	90Tierra :10Paja	17	1.5
	90Tierra :10Paja	17	1.55
T2	80Tierra :20Paja	13	1.7
	80Tierra :20Paja	15	1.65
T3	70Tierra :30Paja	13	1.5
	70Tierra :30Paja	15	1.5
T4	60Tierra :40Paja	14	1.5
	60Tierra :40Paja	12	1.35

Cuadro N°06. Peso en Kilogramo de muestra de adobe durante el secado, primera repetición

Fecha	T1	T2	T3	T4
16/07/2018	5.50 kg	5.2	5.2	5.2
17/	5.4	5	5	5.2
8/	5.1	4.7	4.9	4.9
19/	5	4.6	4.8	4.8
20/	4.9	4.4	4.7	4.7
21/	4.8	4.4	4.6	4.6
22/	4.7	4.3	4.6	4.5
23/	4.6	4.2	4.5	4.4
24/	4.5	4.1	4.3	4.3
25/	4.4	4	4.2	4.2
26/	4.3	3.9	4.1	4.1
27/	4.2	3.8	4	4
28/	4.2	3.7	4	4
29/	4.2	3.6	3.9	4
30/	4.2	3.6	3.9	3.9
31/	4.1	3.6	3.9	3.9
01/08/2018	4.1	3.6	3.9	3.9
02/	4.1	3.6	3.9	3.9
04/	4.1	3.6	3.9	3.9
07/	4.1	3.6	3.9	3.9
09/	4	3.5	3.7	3.7
10/	4	3.5	3.7	3.7
12/	4	3.5	3.7	3.7

Cuadro N°07. Peso en Kilogramo de muestra de adobe durante el secado, segunda repetición

Fecha	T1	T2	T3	T4
16/07/2018	5.50	5.2	5.2	5.2
17/	5.4	5	5	5
8/	5.1	4.7	4.9	4.9
19/	5	4.6	4.8	4.8
20/	4.9	4.4	4.7	4.7
21/	4.8	4.4	4.6	4.6
22/	4.7	4.3	4.6	4.5
23/	4.6	4.2	4.5	4.4
24/	4.4	4.2	4.2	4.2
25/	4.3	4.1	4.1	4.1
26/	4.2	4	4.1	4.1
27/	4.1	3.9	4	4
28/	4.1	3.8	3.9	4
29/	4.1	3,8	3.9	3.9
30/	4.1	3.8	3.9	3.9
31/	4.1	3.8	3.9	3.9
01/08/2018	4.1	3.8	3.9	3.9
02/	4.1	3.8	3.9	3.9
04/	4.1	3.8	3.8	3.9
07/	4	3.7	3.8	3.9
09/	4	3.5	3.7	3.8
10/	4	3.5	3.7	3.8
12/	4	3.5	3.7	3.8