



UNAP



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

TESIS

**“NIVELES DE POLLINAZA EN LA ELABORACIÓN DE ADOBE
Y SU EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN,
IQUITOS – PERÚ. 2021”**

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

PRESENTADO POR:

GIAN FRANCO ARIMUYA FLORES

ASESOR:

Ing. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, Dr.

IQUITOS, PERÚ

2022



FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
GESTIÓN AMBIENTAL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS No. 0108-CGYT-FA-UNAP-2022.

En Iquitos, en el auditorio de la Facultad de Agronomía, a los 04 días del mes de noviembre del 2022, a horas 03:00pm. se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: "NIVELES DE POLLINAZA EN LA ELABORACIÓN DE ADOBE Y SU EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, IQUITOS – PERÚ. 2021", aprobado con Resolución Decanal No. 086-CGYT-FA-UNAP-2021, presentado por el Bachiller: GIAN FRANCO ARIMUYA FLORES, para optar el Título Profesional de INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL, que otorga la Universidad de acuerdo a la Ley y Estatuto.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante Resolución Decanal No. 086-CGYT-FA-UNAP-2022, está integrado por:

Ing. JORGE AGUSTIN FLORES MALAVERRY, M.Sc.	Presidente
Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc.	Miembro
Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS, M.Sc.	Miembro

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

SATISFACTORIAMENTE

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 ARTO para obtener el Título Profesional de INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

Siendo las 4.45pm, se dio por terminado el acto ACADÉMICO.


Ing. JORGE AGUSTIN FLORES MALAVERRY, M.Sc.
Presidente


Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc.
Miembro


Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS, M.Sc.
Miembro


Ing. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, Dr.
Asesor

JURADO Y ASESOR

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

Tesis aprobada en sustentación pública el día 04 de noviembre del 2022; por el jurado ad-hoc nombrado por el Comité de Grados y Títulos de la facultad de Agronomía, para optar el título profesional de:

INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

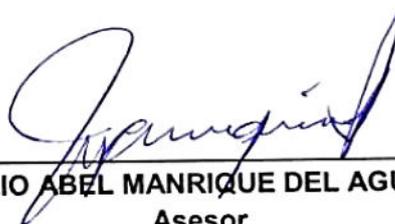
Ing. JORGE AGUSTIN FLORES MALAVERRY, M.Sc. (+)
Presidente



Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc.
Miembro



Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS, M.Sc.
Miembro



Ing. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, Dr.
Asesor



Ing. FIDEL ASPAJO VARELA, M.Sc.
Decano



RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD



Nombre del usuario:
Universidad Nacional de la Amazonia Peruana

ID de Comprobación:
72655982

Fecha de comprobación:
06.09.2022 12:41:17 -05

Tipo de comprobación:
Doc vs Internet

Fecha del Informe:
06.09.2022 13:20:59 -05

ID de Usuario:
Ocultado por Ajustes de Privacidad

Nombre de archivo: **TESIS RESUMEN GIANFRANCO ARIMUYA FLORES**

Recuento de páginas: **27** Recuento de palabras: **4774** Recuento de caracteres: **28968** Tamaño de archivo: **1.15 MB** ID de archivo: **83704282**

30.1% de Coincidencias

La coincidencia más alta: **10.4%** con la fuente de Internet (<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1996/TESIS-VARIA>).

30.1% Fuentes de Internet 549 Página 29

No se llevó a cabo la búsqueda en la Biblioteca

9.91% de Citas

Citas 16 Página 30

No se han encontrado referencias

0% de Exclusiones

No hay exclusiones

DEDICATORIA

A **Dios** todo poderoso, por haberme permitido concluir con mucho éxito mi trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTO

A **Dios**, a mis **padres**, que siempre me han acompañado y que me dieron la fuerza necesaria para culminar con éxito mi carrera profesional.

A mi alma Mater, la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA**.

Al Ing. **Julio Abel Manrique Del Águila**, por su acertado asesoramiento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO Y ASESOR.....	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Bases teóricas	5
1.2.1. Definición de adobe convencional.....	5
1.2.2. Definición de adobe estabilizado	5
1.2.3. Componentes del suelo	5
1.2.4. Asfalto	6
1.2.5. Propiedades del adobe.....	7
1.2.6. Componentes del adobe.....	7
1.2.7. Esfuerzos admisibles.....	7
1.2.8. Resistencia a la compresión de la unidad.....	8
1.3. Definición de términos básicos	8
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	10
2.1. Hipótesis general	10
2.2. Variables y su operacionalización.....	10
2.2.1. Identificación de las variables	10
2.2.2. Operacionalización de las variables.....	11
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño	12
3.2. Diseño metodológico	12
3.2.1. Población.....	12
3.2.2. Diseño muestral.....	12

3.2.3. Cuadro del análisis de variancia	12
3.2.4. Tratamientos	13
3.3. Procedimientos de recolección de datos	13
3.3.1. Localización del área donde se hizo el estudio.....	13
3.3.2. Etapas de la investigación	13
3.4. Procesamiento y análisis de datos.....	14
3.5. Aspectos éticos.....	14
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	15
4.1. Resistencia y comprensión	15
4.1.1. Prueba de fuerza (kn).....	15
4.1.2. Prueba de fuerza (Kg)	17
4.1.3. Esfuerzo (kg/cm ²)	19
4.1.4. Pérdida de peso (kg)	21
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	23
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	24
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	25
CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN.....	26
ANEXOS	28
Anexo 1. Resultados de la prueba de los adobes en la prensa hidráulica.....	29
Anexo 2. Pollinaza: valor nutritivo en base seca	30
Anexo 3. Instrumento de recolección de datos.	31
Anexo 4. Galería de fotos	32

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Análisis de variancia de fuerza (kn).....	15
Tabla 2. Análisis de variancia para fuerza (Kg).....	17
Tabla 3. Análisis de variancia para Esfuerzo (kg/cm ²).....	19
Tabla 4. Análisis de variancia para pérdida de peso (kg).....	21

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Prueba de comparaciones múltiple de Tukey de fuerza (kg).	15
Gráfico 2. Prueba de comparaciones múltiple de Tukey de fuerza (kg).	17
Gráfico 3. Prueba de Tukey para Esfuerzo (kg/cm ²)	19
Gráfico 4. Prueba de Tukey para pérdida de peso (kg).....	21

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó la capacidad de resistencia del adobe artesanal al incorporarse 3 dosificaciones de pollinaza con volúmenes de 10%, 20% y 30%; planteándonos la hipótesis de que algunas de estas dosificaciones suministradas mejoran la capacidad de resistencia a la compresión del adobe en kg/cm². El material utilizado fue extraído de la comunidad de Puerto Almendras, habiéndose hecho el estudio en el laboratorio de suelos de la facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. La muestra lo constituyen 24 adobes según las dosificaciones establecidas para el estudio.

Se concluye que sin la aplicación de pollinaza se obtuvo 10.34 kg/cm², 8.19 kg/cm², 9-96 Kg/cm², 7.79 Kg/cm², 7.81 Kg/cm², 9.65 Kg/cm², con un promedio de resistencia a compresión de 8.96 kg/cm²; con adición de pollinaza al 10% se obtuvo 10.77 kg/cm², 9.80 kg/cm², 10.16 Kg/cm², 9.76 Kg/cm², 10.38 Kg/cm², 8.38 Kg/cm², con un promedio de resistencia a compresión de 9.87 Kg/cm²; con la adición de pollinaza al 20% se obtuvo 9.36 kg/cm², 8.70 kg/cm², 9.95 Kg/cm², 10.71Kg/cm², 11.85 Kg/cm², 10.60 Kg/cm² con un promedio de resistencia a compresión de 10.19 Kg/cm². con la adición de pollinaza al 30% se obtuvo 10.48 kg/cm², 13.96 kg/cm², 12.12 Kg/cm², 12.56Kg/cm², 12.56 Kg/cm², 11.22 Kg/cm², 12,69 Kg/cm² con un promedio de resistencia a compresión de 12.69 Kg/cm².

Palabras clave: Adobe artesanal, compresión, dosificación de pollinaza.

ABSTRACT

In the present study, the resistance capacity of artisanal adobe was evaluated by incorporating 3 doses of chicken manure with volumes of 10%, 20% and 30%; posing the hypothesis that some of these supplied dosages improve the compression resistance capacity of the adobe in kg/cm². The material used was extracted from the community of Puerto Almendras, the study having been carried out in the soil laboratory of the Faculty of Agronomy of the National University of the Peruvian Amazon. The sample consists of 24 adobes according to the dosages established for the study.

It is concluded that without the application of manure, 10.34 kg/cm², 8.19 kg/cm², 9.96 Kg/cm², 7.79 Kg/cm², 7.81 Kg/cm², 9.65 Kg/cm² were obtained, with an average compressive strength of 8.96kg/cm²; With the addition of 10% manure, 10.77 kg/cm², 9.80 kg/cm², 10.16 Kg/cm², 9.76 Kg/cm², 10.38 Kg/cm², 8.38 Kg/cm² were obtained, with an average compressive strength of 9.87 Kg/cm². cm²; With the addition of 20% manure, 9.36 kg/cm², 8.70 kg/cm², 9.95 Kg/cm², 10.71 Kg/cm², 11.85 Kg/cm², 10.60 Kg/cm² were obtained with an average compressive strength of 10.19 Kg/cm². cm². With the addition of 30% manure, 10.48 kg/cm², 13.96 kg/cm², 12.12 Kg/cm², 12.56 Kg/cm², 12.56 Kg/cm², 11.22 Kg/cm², 12.69 Kg/cm² were obtained with an average of compressive strength of 12.69 Kg/cm².

Keywords: Artisanal adobe, compression, manure dosage.

INTRODUCCIÓN

A fin de promover la construcción de viviendas seguras ante las inclemencias del tiempo como son la lluvia, la humedad, y otros agentes externos o fenómenos naturales como son los sismos, vientos en el presente estudio abordamos la elaboración del adobe incorporándose dosificaciones de pollinaza en volúmenes de 10%, 20% y 30%, que luego del proceso de evaluación de los resultados obtenidos nos permitieron determinar el mejor rendimiento obtenido según la dosificación suministrada.

El adobe es un material muy utilizado en la construcción de viviendas en las comunidades de la sierra y la selva alta del Perú, y en algunas localidades de la selva baja como la provincia de Loreto y en la provincia de Yurimaguas, donde se puede apreciar algunas construcciones hechas con adobe.

El adobe artesanal para su elaboración requiere de materiales que no son difíciles de encontrar así como no necesita de equipos complejos para la preparación de la mezcla, teniendo características técnicas muy apreciables para ser usadas en la construcción de viviendas económicas y saludables, contribuyendo a mejorar ostensiblemente las condiciones precarias de las viviendas de la población de escasos recursos por lo que en el presente estudio vamos a medir la capacidad de la resistencia que puede adquirir la mezcla al usar dosificaciones de pollinaza, que sirva como un estabilizante para dar mayor resistencia a la compresión del adobe, lo que implicaría la reducción de la deforestación evitando un gran impacto ambiental.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Nieto Palomino & Tello Pérez (1), en su investigación sobre “adobe estabilizado usando mucílago de penca de tuna resistentes al contacto con el agua”, manifiestan que en la elaboración de adobe convencional usando dosificaciones de penca al 20.5% y 18.0% obtuvieron resultados favorables con una prueba de compresión de 23.3 kg/cm² y 25.2 kg/cm², en flexión 17.62 kg/cm² y 17.61 kg/cm², en absorción 10.99% y 11.43% y al realizarse la prueba de chorro de agua con 4.89 mm y 5.31 mm de profundidad de penetración sufrieron daños leves.

Mantilla (2) en su estudio sobre mejoramiento de la resistencia del adobe al adicionar viruta y caucho, en porcentajes de 2%, 3% y 5 %, los cuales fueron sometidos a las pruebas de resistencia así como a la absorción y saturación total en el resultado muestra que el valor máximo de resistencia a compresión fue 30.25 kg/cm² para los bloques de adobe con 3% de adición de viruta y una resistencia a flexión de 8.35 kg/cm²; valores que están por encima de los resultados de resistencia obtenidos por el adobe tradicional.

Cotrina et al (3) manifiesta que los pobladores de Chaquil, jurisdicción del distrito de Trita, provincia de Luya, suelen construir sus viviendas de adobe elaborados de manera artesanal, sin orientación técnica con una pobre resistencia a la compresión; estos adobes con el transcurrir del tiempo tienen fisuras, se disgregan, alcanzan una resistencia de 12 kg/cm². En consecuencia, los adobes con el pasar del tiempo, sufren daños como fisuraciones, disgregaciones y pérdidas de materia, como también la resistencia a compresión son muy pobres, muchos de ellos no pasan los 12 kg/cm² (resistencia mínima a compresión según RNE E-080, 2017).

Así mismo **Cotrina et al (3)** indica, que, el 95% de viviendas tienen como material predominante en las paredes el adobe, por su bajo costo y es un material muy accesible. En esa línea de comentarios menciona que los materiales de fácil alcance en nuestro medio y con los que se espera mejorar el comportamiento del adobe ante esfuerzos, condiciones climáticas y reducir las fisuraciones, agrietamientos de las viviendas.

Flores et al (4) en su trabajo de investigación cuyo título fue “Propuesta de reforzamiento de muros de adobe modificado con confinamiento de madera rolliza”, establecieron aportes en el sistema constructivo con adobe ayudando a la reglamentación e implementación en el país de Colombia, mejorando las propiedades del adobe como componente, adicionando materias para aumentar sus características, logrando finalmente determinar una cantidad y una longitud óptimas de fibra vegetal (fibra de fique) para realizar los ensayos de las probetas de adobe con fibra. Por lo que trabajan con longitudes de 1cm, 1.5cm y 2cm y porcentajes de 0.25%, 0.50% y 0.75 % del peso total de cada bloque de adobe. Concluyen que los adobes trabajados con fibra de fique tienen mejor comportamiento frente a esfuerzos y deformaciones comparado con otras mezclas (emulsión asfáltica y cal) y con un adobe sin modificar. El mejor resultado obtenido fue con una resistencia promedio de 26,000 kg y un esfuerzo a la compresión promedio de 45.1 kg/cm², demostrando un aumento aproximado de 24.5% en la resistencia a la compresión que presenta una unidad de adobe sin modificar.

Estrada et al (5) indica sobre su trabajo de tesis cuyo título “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. Así mismo alcanzaron mejor resistencia al esfuerzo cuando se le adicionó 2% de paja de ichu y una longitud de fibra de 5 cm.

Jiménez et al (6) menciona en su trabajo de 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 muestra con mejor resultado fue la que estuvo preparada con 5% de aserrín y un esfuerzo de 50.30 kg/cm². En la prueba de resistencia a flexión por tracción el mejor resultado es la muestra con 5% de aserrín y un esfuerzo a la rotura de 11.07 kg/cm² y la muestra con 2.5% de paja ichu y un esfuerzo a la rotura de 10.12 kg/cm².

Gonzalo Sánchez (7), en su trabajo de tesis “Morteros de barro estabilizados con fibras de paja, esparto y sisal cómo revestimientos”, para obtener la maestría como Universitario Innovación Tecnológica en Edificación, Madrid, señala que “la mezcla de barro se compone normalmente de grava, arena, limo y arcilla. Manifiesta que lo determinante para la obtención de una mezcla cohesionada es la proporción arena-arcilla. Si hay poca arena aumenta la figuración por retracción, y también si hay poca arcilla no se va a dar una cohesión adecuada por lo que tiende a desmoronarse. La proporción de arena es clave en la mezcla porque es la que le da la porosidad y a su vez la resistencia.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Definición de adobe convencional.

El **Ministerio de Vivienda y Construcción** en su manual de construcciones antisísmicas de adobe la define como “como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos”. **Ministerio de Vivienda (8)**.

1.2.2. Definición de adobe estabilizado

Según el Manual de construcciones antisísmicas de adobe, adquiere esta definición técnica cuando se incorporan otros materiales que pueden ser asfalto, cemento, cal, etc. con la finalidad de mejorar sus características de resistencia a la compresión y muy estables ante la presencia de humedad. **(8)**.

1.2.3. Componentes del suelo

Según **Milla Lázaro, Darío Eusebio (9)** en su investigación sobre *Resistencia a la compresión de una unidad de adobe empleando una prensa manual y sustituyendo el 10%, 20% y 30%, por relave minero*, sostiene que importante para la fabricación de adobe artesanal conocer la composición del suelo, el mismo que contiene grava, arena, limos, arcillas, esta evaluación de la composición nos va a permitir dar las recomendaciones técnicas para la elaboración del adobe tradicional.

Bariola et al (10) menciona que elaborar adobes de buena calidad implica realizar como primer paso una adecuada selección de suelos. Así mismo indica que para conseguir un adobe de buena calidad, se debe escoger un suelo que cuente con una adecuada proporción entre sus

contenidos de arena y de arcilla, formando esta última parte de los materiales finos del suelo.

Bariola et al (10) nos menciona que los límites de Atterberg, es recomendable que el límite líquido varíe entre 20 y 40; por debajo de 20 se trata de suelos no cohesivos, y por encima de 40 el comportamiento del suelo es deficiente ante la humedad.

Bariola et al (10) menciona también que es muy importante evitar la presencia de materia orgánica en el suelo seleccionado para hacer adobes, puesto que ésta incrementa en gran medida el encogimiento de los adobes y reduce su resistencia al generar vacíos debidos a su proceso de descomposición.

1.2.4. Asfalto

El **ciudadp (11)**, nos menciona que una de los más importantes aportes conseguidos para mejorar la calidad del adobe, en cuanto resistencia, durabilidad y, sobre todo, para protegerlo de la humedad, es su estabilización con asfalto.

Cuando se fabrica adobe cuya estabilización se hace con asfalto en una proporción que puede ser de 0.5% a 4%, esta mezcla va a impedir que el adobe sufra deterioro o se desmorone con la humedad por lo que se tiene una gran ventaja para ser usadas en zonas con alta precipitación pluvial. El asfalto recomendado para usarlo en fabricación de adobes el RC-250 o RC2, que comúnmente se le conoce como asfalto de caminos. **(11)**.

Cuando se desea preparar adobe estabilizado con asfalto se utiliza asfalto de curado rápido usualmente denominado RC-250 o RC2, conocido como asfalto de caminos, material que tiene la característica de ser impermeable y adhesivo. Es recomendable preparar los adobes como muestra con distintas cantidades de asfalto, hasta encontrar la mezcla

óptima, debiendo seleccionarse el que tenga el comportamiento más satisfactorio. (11).

1.2.5. Propiedades del adobe

De La Peña Estrada (12) menciona que el adobe para ser usada en construcción de viviendas, su característica principal es que tarda en generar calor y así mismo tarda en enfriarse, por lo que las viviendas resultan acogedoras cuando hay frío y así mismo ese frío se disipa lentamente por lo que en el día caluroso mantiene una temperatura acogedora, las paredes suelen almacenar calor.

1.2.6. Componentes del adobe

De La Peña Estrada (12), el autor sostiene la principal característica que se debe tener en cuenta cuando se prepara el adobe es guardar la relación arcilla y arena, si no hay una mezcla adecuada con los demás componentes, no se obtendrá una cohesión y resistencia óptima y fuerte que genere una consistencia que deba soportar las condiciones de fuerza a la que pueda ser sometida, por lo que se debe mantener el equilibrio en los materiales que se usan en su fabricación como la arcilla, arena y el agua; adicionalmente si se quiere incluir otros materiales para darle más resistencia y durabilidad como son el asfalto o ciertos materiales vegetales como el ichu, fibras de paja, aserrín.

1.2.7. Esfuerzos admisibles

Para la elaboración de un adobe se debe tener en cuenta la calidad de los materiales que suelen usarse y se considera y la prueba de resistencia de esfuerzo mínimo por unidad debe ser $f \geq 12 \text{ kg / cm}^2$.

1.2.8. Resistencia a la compresión de la unidad

En la norma técnica NTE-080 ADOBE se indica que la resistencia a la compresión de una unidad de adobe se obtiene ensayando cubos labrados cuya arista es 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 . **Ministerio de Vivienda (13)**.

Instron (14), indica que un adobe es resistente a la compresión cuando soporta material bajo una carga de aplastamiento. Si este sufre rotura con el esfuerzo se conceptualiza en límites bastante ajustados, como una propiedad independiente; si el adobe no se rompe en la prueba de resistencia se define como la cantidad de esfuerzo necesario para deformar el material una cantidad arbitraria. La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima por el área transversal original de una probeta en un ensayo de compresión.

1.3. Definición de términos básicos

- **Adobe.** Unidad de tierra cruda, que puede estar mezclada con paja u arena gruesa, para mejorar su resistencia y durabilidad. **(13)**.
- **Aditivos naturales.** Materiales naturales como la paja y la arena gruesa, que controlan las fisuras que se producen durante el proceso de secado rápido. **(13)**.
- **Arcilla.** Único material activo e indispensable del suelo, en contacto con el agua permite su amasado, se comporta plásticamente y puede cohesionar el

resto de las partículas inertes del suelo formando el barro, que al secarse adquiere una resistencia seca que le convierte en material constructivo. **(13)**.

- **Arena fina.** Es un componente inerte, estable en contacto con el agua y sin propiedades cohesivas. Como el limo puede contribuir a lograr una mayor compacidad del suelo, en ciertas circunstancias. **(13)**.
- **Fisura o grieta estructural.** Rajadura que se presenta en los muros de tierra producidas por cargas mayores a las que puede resistir el material, por gravedad, terremotos, accidentes u otros. Atraviesan los muros de lado a lado y pueden ser de espesores variables o invisibles al ojo humano. **(13)**.
- **Limo.** Es un material componente inerte, estable en contacto con agua y sin propiedades cohesivas. **(13)**.
- **Prueba de laboratorio.** Ensayo de laboratorio que permite conocer las características mecánicas de la tierra, para diseñar y tomar decisiones de ingeniería. **(13)**.
- **Secado.** Proceso de evaporación del agua que existe en la tierra húmeda. El proceso debe controlarse para producir una evaporación muy lenta del agua, mientras la arcilla y el barro se contraen y adquieren resistencia. **(13)**.

CAPÍTULO II: HIPOTESIS Y VARIABLES

2.1. Hipótesis general

Al menos uno de los niveles de pollinaza influye sobre la resistencia mecánica a la compresión del adobe.

2.2. Variables y su operacionalización.

2.2.1. Identificación de las variables

Variable independiente:

X: Niveles de pollinaza para la fabricación de adobe.

T0: sin pollinaza

T1: 10% pollinaza

T2: 20% pollinaza

T3: 30% pollinaza

Variables dependientes:

Y: Característica físico-mecánica.

Y1: Resistencia a la compresión.

Y2: % de humedad

2.2.2. Operacionalización de las variables

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Categoría	Valores de categoría	Medio de verificación
Variable Independiente (X) Niveles de pollinaza para la fabricación de adobe	Se llama pollinaza al excremento ó estiércol de los pollos de engorde, la cual se encuentra mezclada con el material que se utiliza en la cama	Cuantitativa	T0: sin pollinaza T1: 10% pollinaza T2: 20% pollinaza T3: 30% pollinaza	De razón	Porcentaje	No aplica	Formato de registro de toma de datos de evaluación
Variable dependiente: (Y)Característica físico-mecánica. Y1: Resistencia a la compresión. Y2: % de humedad	Rasgos de resistencia del adobe. Pérdida de peso del adobe	Cuantitativa Cuantitativa	Área del Adobe. Resistencia Peso inicial y final	De razón De razón	Cm2 Kg/cm2 Kg	No aplica No aplica No aplica	

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño

El diseño de la investigación es cuantitativo, experimental, explicativo, transversal y prospectivo.

3.2. Diseño metodológico

3.2.1. Población

La población lo constituyen 24 adobes elaborados según los tratamientos y dosificaciones de pollinaza establecidas para cada tratamiento.

3.2.2. Diseño muestral

Para el procedimiento se empleó el diseño estadístico completamente al azar con tres (04) tratamiento y seis (6) repeticiones, haciendo un total de 4 tratamientos con 24 repeticiones.

Habiéndose hecho uso del modelo aditivo lineal siguiente:

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

Donde: **U** = Efecto de la media general; **B_j** = Efecto de la j – esima repetición; **T_i** = Efecto del i – esimo tratamiento; **E_{ij}** = Efecto del error de la observación experimental.

3.2.3. Cuadro del análisis de variancia

ANVA del diseño a utilizar

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	
Tratamiento	$t - 1 = 4 - 1$	3
Error	$T (r - 1) = 4 (6 - 1)$	20
Total	$(r t) - 1 = (6 \times 4) - 1$	23

3.2.4. Tratamientos

Tratamiento	Concentración (% de material)
T1	Sin pollinaza
T2	10% de pollinaza
T3	20% de pollinaza
T4	30% de pollinaza

3.3. Procedimientos de recolección de datos

3.3.1. Localización del área donde se hizo el estudio.

El desarrollo de la investigación se ha realizado en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, situado en la comunidad de Zungarococha, carretera Iquitos-Zungarococha, distrito de San Juan, provincia de Maynas, lugar seleccionado porque existen las condiciones y materiales para el presente estudio.

3.3.2. Etapas de la investigación

a. Actividad en el campo:

- Fabricación del adobe.
 1. Preparación de la mezcla, según los tratamientos establecidos para tal fin: T1: sin pollinaza, T2: 10% pollinaza, T3: 20% pollinaza, T4: 30% pollinaza
 2. Se procedió a realizar la mezcla de la tierra, adicionando la pollinaza, la mezcla debe tener estar bien compacta sin bolsas de aire, adicionándose el material para lograr la cohesión adecuada.
 3. Se procedió a verter en los moldes la mezcla respectiva durante un periodo de 24 horas.
 4. Luego de 3 días del proceso de elaboración y guardado el reposo indicado, el adobe es sacado del molde y colocado de canto

manteniéndose en esta posición durante 15 días apilados en rumas, debiendo estar protegidos de la lluvia y el sol.

5. Se hace la primera prueba a los 30 días, para luego en los siguientes días ir pesando hasta alcanzar un peso uniforme.

6. Finalmente, las muestras son llevadas a laboratorio para realizar las pruebas técnicas, en este caso la prueba de resistencia.

- Realizar la evaluación técnica, ecológica y socialmente.
- Evaluar y validar el resultado según el diseño y las técnicas establecidas para detectar posibles fallas originadas durante la elaboración, para hacer las correcciones respectivas.

b. Evaluación de producto en el laboratorio.

En esta etapa se trabajó realizando pruebas de ensayos para determinar las propiedades físicas y mecánicas del adobe.

3.4. Procesamiento y análisis de datos.

La recopilación de la información obtenida de las muestras experimentales fue procesada en el programa estadístico SPSS 2018, interpretadas con tablas y gráficos con ayuda de la hoja de cálculo Excel.

3.5. Aspectos éticos

Se ha dado cumplimiento a las normas éticas establecidas para un trabajo de investigación como son el uso adecuado de los instrumentos de medición, uso correcto de los materiales y técnicas indicados para el presente estudio y la veracidad de los resultados obtenidos en las pruebas efectuadas.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Resistencia y comprensión

4.1.1. Prueba de fuerza (kn)

En el Cuadro 1, el Análisis de variancia para fuerza (kn), muestra diferencia estadística significativa ($p < 0.01$) para nivel de pollinaza. El coeficiente de variación de 10.55% indica confianza experimental.

Tabla 1. Análisis de variancia de fuerza (kn)

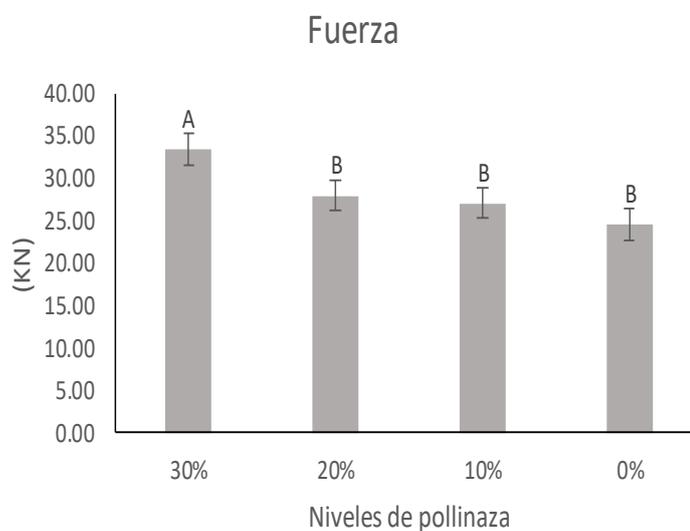
Fuente de variancia	Gl	SC	CM	Ft	p-value
Nivel de pollinaza	3	248.2	82.73	9.296	0.0005
Error	20	178	8.90		
Total	23	426.2			

CV = 10.55%

* p-valor < 0.01. Significativo, Alfa=0.05

El ANVA reporta con una probabilidad del 0.05% de error que hay efecto del nivel de pollinaza sobre la fuerza en Kn de resistencia en la fabricación del adobe artesanal. Para determinar la diferencia estadística significativa entre la media de los tratamientos se muestra la prueba de Tukey.

Gráfico 1. Prueba de comparaciones múltiple de Tukey de fuerza (kg).



En el gráfico 1, muestra el nivel de jerarquía donde el valor más alto de resistencia ($p < 0.01$), fue el adobe con 30% de pollinaza con un promedio de fuerza de 33.42 kn, una fuerza superior y con diferencia estadística altamente significativa para todos los demás niveles de pollinaza, presentándose un grupo homogéneo inferior no significativo y siendo el menor valor de fuerza (24.61 Kn) sin incorporación de pollinaza.

4.1.2. Prueba de fuerza (Kg)

En el Cuadro 2, el Análisis de variancia para fuerza (kg), muestra diferencia estadística significativa ($p < 0.01$) para nivel de pollinaza. El coeficiente de variación de 10.54% indica confianza experimental.

Tabla 2. Análisis de variancia para fuerza (Kg)

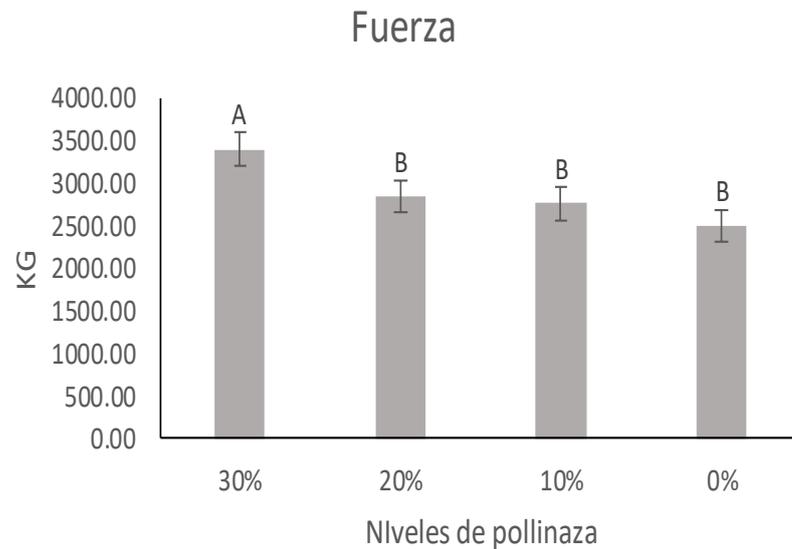
Fuente de variancia	GI	SC	CM	Ft	p-value
Nivel de pollinaza	3	2584591	861530	9.324	0.0005
Error	20	1847956	92398		
Total	23	4432547			

CV = 10.54%

* p-valor < 0.01. Significativo, Alfa=0.05

El ANVA reporta con una probabilidad del 0.05% de error que hay efecto del nivel de pollinaza sobre la fuerza en Kg de resistencia en la fabricación del adobe artesanal. Para determinar la diferencia estadística significativa entre la media de los tratamientos se muestra la prueba de Tukey.

Gráfico 2. Prueba de comparaciones múltiple de Tukey de fuerza (kg).



En El gráfico 2, muestra el nivel de jerarquía donde el valor más alto de resistencia ($p < 0.01$), fue el adobe con 30% de pollinaza con un promedio de fuerza de 3407.80 kg, una fuerza superior y con diferencia estadística altamente significativa para todos los demás niveles de pollinaza, presentándose un grupo homogéneo inferior no significativo y siendo el menor valor de fuerza (2508.3 kg) sin incorporación de pollinaza.

4.1.3. Esfuerzo (kg/cm²)

En el Cuadro 3, el Análisis de variancia para esfuerzo (kg/cm²), muestra diferencia estadística significativa ($p < 0.01$) para nivel de pollinaza. El coeficiente de variación de 10.55% indica confianza experimental.

Tabla 3. Análisis de variancia para Esfuerzo (kg/cm²)

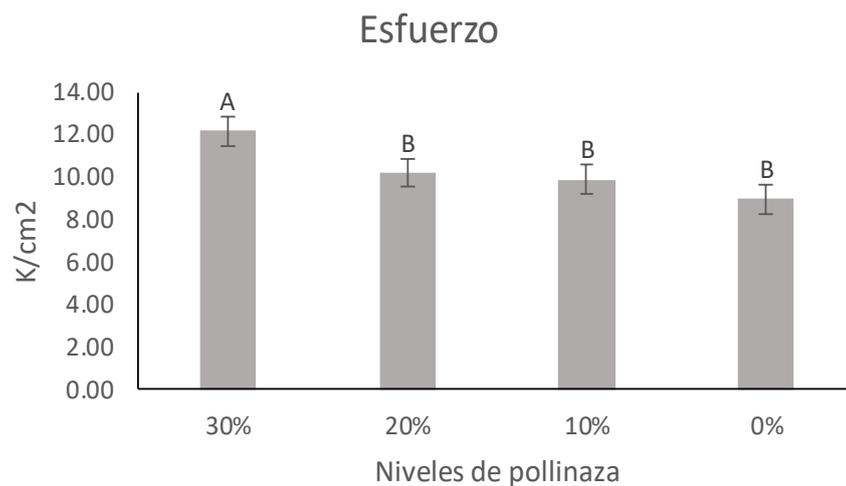
Fuente de variancia	Gl	SC	CM	Ft	p-value
Nivel de pollinaza	3	33.0	11.00	9.322	0.0005
Error	20	23.6	1.18		
Total	23	56.6			

CV = 10.55%

* p-valor < 0.01. Significativo, Alfa=0.05

El ANVA reporta con una probabilidad del 0.05% de error que hay efecto del nivel de pollinaza sobre el esfuerzo en Kg/cm² de resistencia en la fabricación del adobe artesanal. Para determinar la diferencia estadística significativa entre la media de los tratamientos se muestra la prueba de Tukey.

Gráfico 3. Prueba de Tukey para Esfuerzo (kg/cm²)



El gráfico 3, muestra el nivel de jerarquía donde el valor más alto de resistencia ($p < 0.01$), fue el adobe con 30% de pollinaza con un promedio de fuerza de 12.17 kg/cm² con una fuerza superior y con diferencia estadística altamente significativa para todos los demás niveles de pollinaza, presentándose un grupo homogéneo inferior no significativo y siendo el menor valor de fuerza (8.96 kg/cm²) sin incorporación de pollinaza.

4.1.4. Pérdida de peso (kg)

En el Cuadro 4, el Análisis de variancia para pérdida de peso (kg), muestra diferencia estadística significativa ($p < 0.01$) para nivel de pollinaza. El coeficiente de variación de 10.55% indica confianza experimental.

Tabla 4. Análisis de variancia para pérdida de peso (kg)

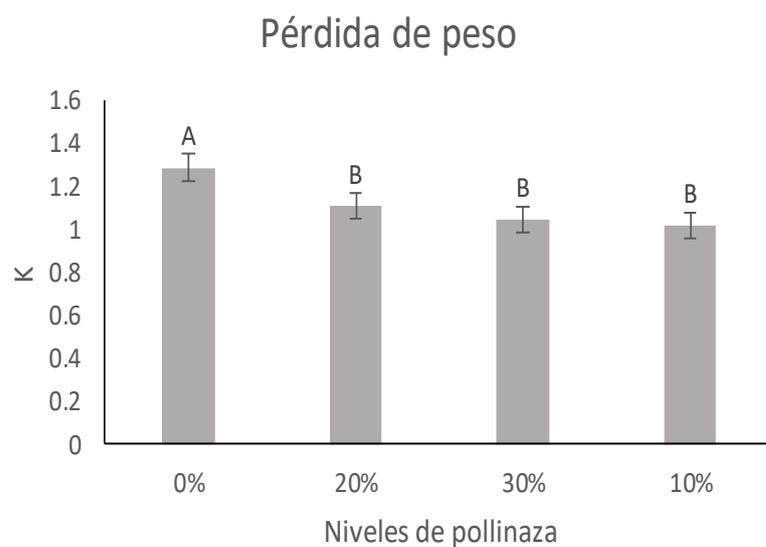
Fuente de variancia	GI	SC	CM	Ft	p-value
Nivel de pollinaza	3	0.26	0.09	7.222	0.0018
Error	20	0.24	0.01		
Total	23	0.5			

CV = 9.83%

* p-valor < 0.01. Significativo, Alfa=0.05

El ANVA reporta con una probabilidad del 0.018 de error que hay efecto del nivel de pollinaza sobre la pérdida de peso en Kg de resistencia en la fabricación del adobe artesanal. Para determinar la diferencia estadística significativa entre la media de los tratamientos se muestra la prueba de Tukey.

Gráfico 4. Prueba de Tukey para pérdida de peso (kg)



El gráfico 4, muestra el nivel de jerarquía donde el valor que perdió menos peso ($p < 0.01$), fue el adobe con 10% de pollinaza con un promedio de fuerza de 1.02 kg y con mayor pérdida de peso fue sin pollinaza con un promedio de 1.29 kg, siendo este valor con diferencia estadísticamente altamente significativo para todos los demás niveles.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

En la elaboración de adobe artesanal con dosificaciones de pollinaza en proporciones de 10%, 20% y 30% se ha logrado obtener una mejor resistencia a la compresión en proporciones de pollinaza, con 9.87 kg/cm², 10.19 Kg/cm² y 12.17 Kg/cm², con relación al testigo sin pollinaza.

La mejor resistencia que se obtiene es con respecto al Tratamiento T4 al adicionar 30% de pollinaza con un promedio de 12.69 kg/cm², valor que supera a la Norma E-080 que es de $f_o = 12 \text{ Kg/cm}^2$.

Al respecto del resultado obtenido en el presente estudio y su relación con el resultado de otras investigaciones, **Nieto Palomino & Tello Pérez (1)**, en su investigación sobre “adobe estabilizado usando mucílago de penca de tuna en dosificaciones de penca al 20.5% y 18.0% obtuvieron resultados favorables con una prueba de compresión de 23.3 kg/cm² y 25.2 kg/cm², en flexión 17.62 kg/cm² y 17.61 kg/cm², en absorción 10.99% y 11.43% respectivamente.

De igual modo **Mantilla (2)** en su estudio sobre “variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho” en porcentajes de 2%, 3% y 5 %, ha logrado el valor máximo de resistencia a compresión de 30.25 kg/cm² para los bloques de adobe con 3% de adición de viruta y una resistencia a flexión de 8.35 kg/cm²; valores que están por encima de los resultados de resistencia obtenidos por el adobe tradicional.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

1. La incorporación de diferentes niveles de pollinaza en la fabricación de adobe artesanal mejoró la resistencia a compresión de fuerza de 2508.3 a 3407.80 kg, entre un adobe compactado sin pollinaza en relación al adobe con 30% de pollinaza, con un incremento en la resistencia de fuerza de 73.6%.
2. La incorporación de diferentes niveles de pollinaza en la fabricación de adobe compactado artesanalmente aumentó la resistencia a compresión de fuerza de 8.96 a 12.17 kg/cm², entre un adobe compactado sin pollinaza en relación al adobe con 30% de pollinaza, con un incremento en la resistencia de fuerza de 73.6%.
3. La incorporación de diferentes niveles de pollinaza en la fabricación de adobe compactado artesanalmente obtuvo menor pérdida de peso de 1.02 a 1.29 kg, entre un adobe compactado sin pollinaza en relación al adobe con 10% de pollinaza, con una diferencia de pérdida de peso del 79.1%.
- 4.- Las resistencias del adobe artesanal muestran fuerzas y esfuerzos de resistencias según la proporción de pollinaza incorporado en su fabricación, obteniéndose los valores más altos con niveles de pollinaza del 30%, asumimos que los adobes tienen mayor adhesividad en sus componentes según las proporciones de pollinaza y tierra de compacto.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

1. Emplear diferentes tipos de moldes, dándoles formas y diseños múltiples.
2. Aplicar otros tipos de estabilizantes como fibra vegetal (tallo de caña, fibras de pasto, ceniza de madera, etc) o reciclaje textil para mejorar la resistencia y propiedades de los adobes.
3. Realizar investigaciones con diferentes tipos de suelo, para identificar otras alternativas.
4. Realizar investigaciones con máquinas industriales para mejorar la mezcla para la elaboración de adobes y evaluar los resultados.

CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

1. **Nieto Palomino & Tello Pérez.** Adobe estabilizado con mucílago de penca de tuna, resistentes al contacto con el agua para la construcción de viviendas populares empleados en la sierra del Perú (Tesis). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima. 2019. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/628256?show=full>
2. **Mantilla, J. H. C.** Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú. 2018.
3. **Cotrina, A., Limay, W., y López, D.** Comparación de la resistencia a la compresión de unidades de adobe sin paja con unidades de adobe con paja en cruz blanca- Cajamarca. 2014. 2(2), 1–15.
4. **Flórez, C. & López, O.** Propuesta de Reforzamiento de muros de Adobe Modificado con confinamiento de madera rolliza. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2010.
5. **Estrada & Luna.** Estudio de la Influencia de la paja Ichu en las Propiedades del adobe. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca. 1979.
6. **Jimenez, D. & Llanos, R.** "Estudio del adobe fabricado en la ciudad de Cajamarca y su mejoramiento". Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. 1985.
7. **Gonzalo Sánchez, V.** Morteros de barro estabilizados con fibras de paja, esparto y sisal para su uso como revestimientos. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. 2012.
8. **Ministerio de Vivienda y Construcción.** Manual de construcciones antisísmicas de adobe. 2010. Disponible en: http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Manuales_guias/MANUAL%20ADOBE.pdf
9. **Milla Lázaro, D. E.** Resistencia a la compresión de una unidad de adobe empleando una prensa manual y sustituyendo el 10%, 20% y 30%, por relave minero de Ticapampa, en la provincia de Huaraz – 2017. Universidad San Pedro. Huaraz, Perú. 2018. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.pe/handle/USANPEDRO/5436>

10. **Bariola, J. & Ginocchio J. F.** COBE Adobe Estabilizado. OIN del MVC 1977. También “Experiencias con los Métodos de campo de Clasificación de Suelos para la Construcción con Adobe”. 1983.
11. **Cidap.** cidap.org.pe/wp-content/uploads/63690383-Buena-Tierra-Apunte-para-el-Diseno-Contruccion-con-ADOBE-1.pdf
12. **De La Peña Estrada, D.** Adobe, características y sus principales usos en la construcción. Ciudad de México: ICC. 1997.
13. **Ministerio de Vivienda.** Norma Técnica E80 – Reglamento Nacional de Edificaciones. Resolución Ministerial N°121-2017-Vivienda. 03.abril.2017
Disponibile en:
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366662/57%20E.080%20DISE%20C3%91O%20Y%20CONSTRUCCI%C3%93N%20CON%20TIERRA%20REFORZADA%20-%20RM%20N%C2%B0%20121-2017-VIVIENDA.pdf>
14. **Instron.** Resistencia a la compresión. 2016. Obtenido de:
www.instron.com:<http://www.instron.com.ar/es-ar/our-company/library/glossary/c/compressive-strength>

ANEXOS

Anexo 1. Resultados de la prueba de los adobes en la prensa hidráulica

Obs.	Niveles de pollinaza	Fuerza(K N)	Fuerza (KG)	Esfuerzo (K/cm2)	Pérdida de peso (k)
1	0%	28.39	2894.93	10.34	1.12
2	0%	22.50	2294.33	8.19	1.08
3	0%	27.40	2788.88	9.96	1.20
4	0%	21.40	2182.16	7.79	1.42
5	0%	21.45	2187.26	7.81	1.51
6	0%	26.50	2702.21	9.65	1.38
7	10%	29.56	3014.23	10.77	1.01
8	10%	26.90	2742.99	9.80	0.99
9	10%	27.89	2843.94	10.16	0.95
10	10%	26.80	2732.80	9.76	1.00
11	10%	28.50	2906.15	10.38	1.04
12	10%	23.00	2345.31	8.38	1.10
13	20%	25.69	2619.61	9.36	1.20
14	20%	23.90	2437.08	8.70	1.09
15	20%	27.32	2785.82	9.95	1.10
16	20%	29.40	2997.92	10.71	1.00
17	20%	32.54	3318.10	11.85	1.06
18	20%	29.12	2969.37	10.60	1.20
19	30%	28.78	2934.70	10.48	1.04
20	30%	38.32	3907.49	13.96	1.10
21	30%	33.28	3393.56	12.12	1.20
22	30%	34.50	3517.97	12.56	0.99
23	30%	30.80	3140.68	11.22	0.95
24	30%	34.84	3552.63	12.69	1.01
Promedio		28.28	2883.76	10.30	1.11
Shapiro-W		> 0.05	> 0.05	> 0.05	> 0.05
Levine		> 0.05	> 0.05	> 0.05	<0.01
Q-Q plot		0.98	0.98	0.98	0.92

Anexo 2. Pollinaza: valor nutritivo en base seca

Proteína Bruta	31.3%
Proteína Verdadera	26.7%
Proteína Digestible	23.3%
Perfil Aminoácidos:	
• Arginina	0.430%
• Lisina	0.400%
• Metionina	0.129%
• Met + Cis	0.270%
• Triptofano	0.529%
• Treonina	0.349%
• Histidina	0.200%
• Leucina	0.649%
• Isoleucina	0.360%
• Fenil alanina	0.490%
• Fena + Tirosina	0.750%
• Gli + Serina	2.000%
• Valina	0.500%
Fibra Cruda	19.0%
Grasa Cruda	2.0%
Cenizas	15.0%
Calcio	2.5%
Fósforo Total	1.6%
Fósforo Disponible	1.0%
Hierro	451 ppm
Cobre	225 ppm
Zinc	235 ppm

Fuente: *Comunicación personal F.J. Delgado, 2009

Disponible en: <https://www.liderempresarial.com> › que-es-la-pollinaza.

Anexo 3. Instrumento de recolección de datos.

FORMATO DE REGISTRO DE EVALUACION

Fecha de evaluación:

N° de adobes	N° de Tratamiento			
	Peso (Kg)	Fuerza de compresión	Humedad %	Largo, ancho, alto del adobe
1				
2				
3				
4				
Total				
Promedio				

Anexo 4. Galería de fotos





