



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Elaboración del adobe adicionando cal y fibra de eucalipto para mejorar las propiedades mecánicas y termodinámicas, Chonta - Huancayo, Lima 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Chuna Cabezas, Anghi Mery (ORCID: 0000-0001-8823-6453)

ASESOR:

Dr. Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique (ORCID: 0000-0002-0684-5114)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

La presente tesis está dedicada a mis padres Jorge y Ofelia que con su amor paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el esfuerzo y valentía, de no temer a las adversidades porque Dios está conmigo en todo momento.

A mis hermanos Xiomara y Junior por su cariño y apoyo incondicional durante este proceso. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras hicieron de mí una mejor persona.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a esa persona especial que me apoyo en las tristezas y alegrías y a Docthy que me ayudo a ver la vida de otra manera.

Agradecimiento

Agradezco a Dios principalmente por todas sus bendiciones, a mis padres por el ejemplo que me han brindado, al ingeniero Cancho por su asesoría y a los docentes que me han guiado a lo largo de mi carrera.

Índice de Contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Índice de gráficos.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	8
3.1. Tipo y Diseño de investigación.....	8
3.2. Variables y operacionalización.....	9
3.3. Población, muestra y muestreo.....	10
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	12
3.5. Procedimientos:.....	13
3.6. Métodos de análisis.....	13
3.7. Aspectos éticos.....	13
IV. RESULTADOS.....	14
V. DISCUSIÓN.....	28
VI. CONCLUSIONES.....	34
VII. RECOMENDACIONES.....	35
REFERENCIAS.....	36
ANEXOS.....	41

Índice de tablas

Tabla 1. Conductividades térmicas.....	7
Tabla 2. Total, de muestras a ensayar	11
Tabla 3. <i>Contenido de humedad C1</i>	14
Tabla 4. <i>Contenido de humedad C2</i>	14
Tabla 5. <i>Porcentaje que pasa por la malla N°200</i>	14
Tabla 6. Límites de Atterberg.....	14
Tabla 7 Porcentaje que pasa por la malla N°200.....	16
Tabla 8. Límites de Atterberg.....	16
Tabla 9. Resistencia a compresión según Quiteño.....	18
Tabla 10. Resultados de resistencia a compresión del adobe estabilizado con cal al 5%, 7% y 9%.....	18
Tabla 11. Esfuerzo a flexión según Cáceres.....	19
Tabla 12. Resultados de resistencia a flexión del adobe estabilizado con cal al 5%, 7% y 9% y compactado	19
Tabla 13. <i>Resistencia a flexión del adobe tradicional según Cáceres</i>	19
Tabla 14. Resistencia a la absorción según Cáceres	20
Tabla 15. Resultados de resistencia a la absorción del adobe estabilizado con cal al 5%, 7% y 9% y compactado.....	21
Tabla 16. <i>Absorción de agua del adobe tradicional según Cáceres (7)</i>	21
Tabla 17. Resistencia a compresión según Márquez	21
Tabla 18. Resultados de resistencia a compresión del adobe estabilizado con fibra de eucalipto al 2%, 3.5% y 5%.....	22
Tabla 19. Resistencia a flexión según Mantilla	22
Tabla 20. Resultados de resistencia a flexión del adobe estabilizado con fibra de eucalipto al 2%, 3.5% y 5%.....	23
Tabla 21. Resistencia a la absorción según Márquez	23
Tabla 22. Resultados de resistencia a la absorción del adobe estabilizado con fibra de eucalipto al 2%, 3.5% y 5%.....	24
Tabla 23. Resultados de las temperaturas del adobe estabilizado con fibra de eucalipto al 3.5% y el adobe común secado a techo	25
Tabla 24. Resultados de las temperaturas del adobe estabilizado con fibra de eucalipto al 3.5% y el adobe común expuestos a las 24H al frío.....	26

Tabla 25. Resultados de las temperaturas del adobe estabilizado con fibra de eucalipto al 3.5% y el adobe común expuestos a las 48H al frío.....	26
Tabla 26. Resultados de las temperaturas del adobe estabilizado con fibra de eucalipto al 3.5% y el adobe común expuestos a las 48H al frío.....	27
Tabla 27. Clasificación de suelos SUCS	47
Tabla 28. Clasificación AASHTO del material granular.....	48
Tabla 29. Clasificación AASHTO del material fino	48
Tabla 30. Características de suelos según AASHTO	49

Índice de figuras

Figura 1. Análisis granulométrico	6
Figura 2. Resistencia a la compresión.....	8
Figura 3. Ubicación a Nivel nacional	10
Figura 4. Ubicación a nivel distrital de Chupuro	10
Figura 5. Ubicación del Proyecto.....	11
Figura 6. Carta de plasticidad SUCS N°1	15
Figura 7. Carta de plasticidad AASHTO N°1	15
Figura 8. Carta de plasticidad SUCS N°1	16
Figura 9. Carta de plasticidad AASHTO N°1	17

Índice de gráficos

Gráfico 1. Comparación de las temperaturas del adobe secado a techo entre las mediciones del adobe común y el adobe con adición del 3.5% de fibra de eucalipto ($t(28,267)=-4,458, p<0.01$).	25
Gráfico 2. Comparación de las temperaturas a las 24H al frío entre las mediciones del adobe común y el adobe con adición del 3.5% de fibra de eucalipto ($t(10,717)=-3.939, p<0.05$).	26
Gráfico 3. Comparación de las temperaturas a las 48H al frío entre las mediciones del adobe común y el adobe con adición del 3.5% de fibra de eucalipto ($t(10,4)=-4,528, p<0.01$).	27
Gráfico 4. Comparación de las temperaturas a las 72H a al frío entre las mediciones del adobe común y el adobe con adición del 3.5% de fibra de eucalipto ($t(3,683)=-8.189, p<0.01$).	28

Gráfico 5 Gráfico comparativo de resistencia a compresión del adobe con adición de cal al 5%, 7% y 9%.	28
Gráfico 6 Comparación de la Resistencia a flexión del adobe con adición de cal y compactado al 5%, 7%, 9% y Morales, Ortiz y Alavéz.	29
Gráfico 7 Gráfico de análisis de absorción de agua del adobe estabilizado con cal al 5%, 7% y 9% y compactado.....	31
Gráfico 8 Gráfico comparativo de resistencia a compresión del adobe estabilizado con fibra de eucalipto al 2%, 3.5% y 5%.....	31
Gráfico 9 Gráfico comparativo de resistencia a flexión del adobe estabilizado con fibra de eucalipto en los porcentajes de 2%, 3.5% y 5%.	32
Gráfico 10 Gráfico comparativo de resistencia a la absorción del adobe estabilizado con fibra de eucalipto	33

Resumen

Nuestros antepasados elaboraban sus viviendas a base de tierra, y con el pasar del tiempo adecuaron sus propiedades y características según la zona en la que vivían, por lo cual, es común ver muchas edificaciones con este material, en especial; las zonas rurales más alejadas, ya que, utilizan los recursos locales como el barro, porque es abundante y barata; esto debido a que el material es de bajo costo y no necesita de un proceso constructivo muy depurado.

Se ha demostrado que el adobe permite una alta capacidad de aislamiento acústico y térmico frente a situaciones extremas de frío o calor: son cálidas en invierno y frescas en verano. Aunado a estas características hay que decir que son edificaciones ecoamigables y no necesita mucho uso de energía.

En Junín, las bajas temperaturas aumentan durante los periodos de sequedad; por lo cual se tienen que construir edificaciones que aumenten la temperatura interna de las habitaciones y para esto se empleó la adición de fibras naturales que estén al alcance de los pobladores como la planta de eucalipto, a su vez la adición de cal contribuyó en las propiedades mecánicas del adobe.

Palabras claves: Ecoamigable, aislamiento térmico, fibras naturales, propiedades mecánicas, propiedades termodinámicas

Abstract

Our ancestors used to make their homes based on soil material. Through the years they have adapted their ownership and traits according to the area where they live, it is common to see many ancient buildings with this material, especially; the most remote rural areas, since they use local resources such as mud, wood and stones because it is abundant and cheap; The fact that the materials are not expensive and do not require a highly refined construction process.

It has been proved that clay in construction (a finely – grained natural rock or soil material) allows a high acoustic capacity and thermal insulation against extreme conditions of cold or heat as a result it is warm in winter and fresh in summer. Along with these characteristics, It must be said that they are eco-friendly buildings and do not need much use of energy.

In Junín, which is located in the highland of Peru, low temperatures increase during the dryness periods; For that reason, buildings that increase the internal temperature of the rooms have to be built in order to improve living standards and quality of life. for this, the use of natural fiber that is within reach of the habitants, the adding of Eucalyptus plant and the lime contributed to mechanical properties of adobes.

Keywords: Eco-friendly, thermal isolation, natural fibers, mechanical properties, thermodynamic properties.

I. INTRODUCCIÓN

Las señales físicas e impactos socioeconómicos causados por el cambio climático son cada vez mayores. El cambio climático se debe al exceso de gases de efecto invernadero es decir gases producidos por las actividades de transporte e industriales que se acumulan en la atmosfera. A nivel global la organización meteorológica mundial nos informa en el artículo “La concentración sin precedentes de gases de efecto invernadero causará un mayor calentamiento”, que entre el año 2015 al 2019 ha ido aumentando el conjunto de gases invernaderos dentro de la capa de ozono; por este motivo se está dando el derretimiento de hielo, fenómenos meteorológicos extremos, incendios forestales y aumento del nivel del mar.¹

El Perú actualmente se ha visto afectado por las bajas temperaturas en especial en los departamentos de Pasco, Junín, Apurímac, Arequipa, Cusco, Ayacucho, Tacna, Huancavelica, Puno, Huánuco y Moquegua. Como nos informa INDECI en el Resumen ejecutivo histórico N° 017 de “Bajas temperaturas y precipitaciones sólidas 2018”; una población de 792.663 personas fue afectada tanto en el tema de salud, viviendas, cultivos y ganados y otras 71 personas perdieron sus vidas. El departamento más afectado fue Arequipa en el distrito de Yanahuara que presento una temperatura de menos 7.2 °C.²

En Junín en el mes de junio del presente año el servicio nacional de meteorología e hidrología SENAMHI nos informa que en las zonas altas del departamento la temperatura ha descendido hasta 13 grados bajo cero. En la zona de Yanacancha de menos 17°C; este tipo de temperatura crítica está causando enfermedades afectando a las personas de edad avanzada, niños, ganado y cosechas.³

En la región Huancayo SENAMHI ha registrado temperaturas menores a 5°C bajo cero.⁴ y en nuestro lugar de análisis que es el barrio Chonta, la temperatura se reduce en mayor nivel por las noches teniendo como temperatura más baja -10°C.⁵; es por este motivo que se plantea este proyecto de investigación a fin de mejorar el confort de las personas dentro de sus viviendas y dar mayor calidad de vida a personas de edad avanzada y niños elaborando un bloque de adobe de dimensiones de un adobe tradicional de 30x30x10 y con proporciones de 5%, 7% y 9% de cal y 2%, 3.5% y 5% de fibra de eucalipto.

Por tales motivos se procedió a formular el problema general que sería ¿Cómo influyó la elaboración del adobe con adición de cal y fibra de eucalipto para mejorar las propiedades mecánicas y termodinámicas, Chonta-Huancayo, Lima 2020? y a su vez centrándome en los siguientes problemas específicos ¿Cómo influyó la elaboración del adobe con adición de cal y fibra de eucalipto para mejorar el comportamiento mecánico, Chonta-Huancayo, Lima 2020?, ¿Cómo influyó la elaboración del adobe con adición de cal y fibra de eucalipto para mejorar el comportamiento térmico, Chonta-Huancayo, Lima 2020?.

Se **justificó técnicamente** porque servirá como antecedente para implementar la cal y la fibra de eucalipto en los bloques de adobe para alterar sus propiedades mecánicas y térmicas. Respecto a la parte **económica** este proyecto tuvo como finalidad no tener mayor costo pues los materiales a utilizar son los que se encontraran alrededor de los pueblos aledaños o en las mismas viviendas y en la parte **social** este proyecto planteó aumentar la calidad de vida de las personas mayores y de los niños que viven en las zonas alto andinas pues se propuso añadir mayor confort térmico dentro de las viviendas que son elaboradas de adobe y a su vez preservar el medio ambiente.

Como **objetivo general** del proyecto planteó determinar cómo influyo la elaboración del adobe con adición de cal y fibra de eucalipto en la mejora de las propiedades mecánicas y termodinámicas, Chonta-Huancayo, Lima 2020 y como objetivos específicos se determinó cómo influyó la elaboración del adobe con adición de cal y fibra de eucalipto para mejorar el comportamiento mecánico, Chonta-Huancayo, Lima 2020 y cómo influyó la elaboración del adobe con adición de cal y fibra de eucalipto para mejorar el comportamiento termodinámico, Chonta-Huancayo, Lima 2020.

Finalmente, la **hipótesis general** que se planteó fue que la elaboración del adobe con adición de cal y fibra de eucalipto influye en las propiedades mecánicas y termodinámicas, Chonta-Huancayo, Lima 2020. De forma específica se planteó que la elaboración del adobe con adición de cal y fibra de eucalipto influye en la mejora del comportamiento mecánico del adobe, Chonta-Huancayo, Lima 2020 y que la elaboración del adobe con adición de cal y fibra de eucalipto influye en la mejora del comportamiento termodinámico del adobe, Chonta-Huancayo, Lima 2020.

II. MARCO TEÓRICO

(Mantilla, 2018) en su tesis profesional "*Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho*" tuvo como objetivo de investigación "**determinar la variación en las propiedades físico-mecánicas del adobe con adición de la viruta y caucho en porcentajes de 2%, 3% y 5%**". Fue un estudio de **tipo** aplicada, La **población** fueron todos los bloques de adobes elaborados en Cajamarca, la **muestra** fue de 35 adobes tradicional con adición de paja al 2%, 35 adobes con adición de caucho al 2%, 35 adobes con adición de caucho al 3%, 35 adobes con adición de caucho al 5%, 35 adobes con adición de viruta al 2%, 35 adobes con adición de viruta al 3%, 35 adobes con adición de viruta al 5%. Los **instrumentos** empleados son ensayos de laboratorio y de campo, los principales **resultados** fueron que tuvo una resistencia a flexión de 8.35 kg/cm², valor que es mayor al de los adobes tradicionales y la muestra de adobes con adición de 3% viruta, tiene una variación del 5% lo que indica un buen control de las pruebas de laboratorio. Finalmente se **concluyó** que al incorporar el caucho y la viruta de eucalipto su resistencia aumenta en un 36% a comparación del adobe tradicional.⁶

(Cáceres, 2018) en su tesis profesional "*Análisis de la resistencia mecánica del adobe estabilizado con cal y compactado para construcciones ecológicas – económicas en Cajamarca*". Tuvo como **objetivo** incrementar la resistencia mecánica (compresión y flexión) del adobe estabilizado con cal en dosificaciones de 5%,10%,15%,20% y compactándolo con una presión de 10 kg/cm²; de acuerdo a la Norma Técnica Peruana E.080, fue un estudio de **tipo** aplicada, la **población** fueron adobes elaborados en Cajamarca, la **muestra** fue de 36 especímenes para los ensayos de resistencia a compresión y 36 especímenes para los ensayo de resistencia a la flexión. Los **instrumentos** empleados son ensayos de laboratorio y de campo, los principales **resultados** fueron que existe una diferencia porcentual de resistencia a compresión de un adobe tradicional y un adobe compactado de 5.83% y por otro lado observó que la resistencia a compresión aumenta de una adobe estabilizado y compactado a la edad de 28 días y con respecto a la resistencia a flexión se observó que existe una diferencia de un adobe tradicional de: -21.20% con un adobe compactado los cuál indica que disminuye su resistencia y por otra parte se observó que la resistencia a la flexión aumenta de una adobe

estabilizado y compactado a la edad de 28 días. Finalmente se concluyó que al momento de adicionar la cal y compactar el adobe aumenta la resistencia a compresión según los siguientes porcentajes de cal del adobe estabilizado con 5% de cal y compactado el esfuerzo es de 15.386, 10% de cal y compactado el esfuerzo es de 15.986, 15% de cal y compactado el esfuerzo es de 16.954, 20% de cal y compactado el esfuerzo es de 18.572.⁷

La adición de cal y compactación de un adobe tradicional mejoró en su resistencia mecánica a la flexión porque dio como resultado al adobe estabilizado con 5% de cal y compactado 7.911, con 10% de cal y compactado 8.711, con 15% de cal y compactado 9.184 y con 20% de cal y compactado 9.792 salvo los adobes que solamente fueron compactados los cuales disminuyeron su resistencia a la flexión porque el adobe tradicional tuvo una resistencia a flexión de 7.449 y el adobe compactado de 5.870.

(Cárdenas, 2015) en su investigación **“Comportamiento térmico del espacio arquitectónico en construcciones de adobe”** tuvo como **objetivo** de investigación explicar y comprobar la incidencia que tiene la densidad del material en los muros construidos con el sistema de adobe en el comportamiento térmico del espacio arquitectónico. Fue un estudio de **tipo** aplicada, la **población** fue todos los espacios arquitectónicos construidos con adobe, la **muestra** fue tomada al azar y de forma aleatoria, **instrumentos** se usará el termómetro de mercurio y el termómetro ambiental. El **resultado** principal fue con base a la temperatura registrada en el exterior y conociendo cómo se comporta la temperatura interior se encontró que los muros de adobe permiten que la temperatura interior sea más estable y con ello los habitantes se sientan satisfechos dentro de sus habitaciones. Se **concluyó** que mientras más denso sea el muro de adobe el comportamiento de temperaturas interiores con respecto a las exteriores será inversamente proporcional la sensación térmica en sus habitaciones.⁸

Para comprender mejor el proyecto de investigación presentaremos distintas definiciones del tema:

Adobe, “Es una masa de tierra y paja en forma de bloque que se deja secar al aire libre”.⁹ y “un medio de construcción que usa como materia prima el barro”.¹⁰

Adobe estabilizado, “El adobe estabilizado es el bloque de adobe en sí, incorporándole distintos materiales con la finalidad de mejorar sus distintas propiedades” .¹¹

Eucalipto, Es un tipo de madera que tiene gran resistencia y que soporta los impactos del clima.¹²

Fibra estabilizante, Cualquier tipo de estabilizantes Trabajado como fibra ayuda a controlar el comportamiento de contracción o retracción y dilatación durante el fraguado; esto debido a la adherencia del material fibroso a la tierra.¹³

Cal, La cal, es un material que procede de las rocas arcillosas, muy usado por nuestros antepasados para estabilizar los morteros, revestimientos y pinturas. Es un tipo de material que presenta muchos poros y permite que las paredes respiren pues le da un buen intercambio de vapor de agua, eso sin perder las propiedades de aislamiento térmico.¹⁴

Requisitos para elaborar adobe; el suelo debe contener los porcentajes que veremos a continuación: arcilla 10 – 20%, Limo 15 – 25% y arena de 55 – 70% sin hacer uso de suelos orgánicos. Este puede variar para adobes estabilizados. Las dimensiones pueden ser rectangulares o cuadradas y deberán estar distribuidos en la siguiente proporción:

- Para adobe rectangular el largo tendrá que ser dos veces el ancho
- Relación entre la medida del largo y de la altura deberá ser de 4 – 1
- La altura será mayor a 8 cm.

Se recomienda que al inicio se debe remojar el suelo y prever que las piedras de diámetros mayores a los 5 milímetros y elementos diversos no estén dentro de este componente. Dejar reposar el suelo húmedo durante las 24 hrs. y al final el adobe se debe secar bajo sombra.¹⁵

Análisis granulométrico, Es un sistema de análisis que nos permite realizar una distribución de forma cuantitativa de los diversos tamaños de las partículas y se encuentra normado por la ASTM D422 -63. Las partículas que sobrepasan los 0.075mm (Malla n°200) es distribuida por cada tamiz reteniéndose en los tamices que son de sus respectivas dimensiones y las partículas que son menores a

0.075mm, es decir, las partículas más finas se determinan usando el hidrómetro mediante un proceso de sedimentación como podemos ver en la siguiente figura n°4 que indica el tamaño de la partícula, su tipo de análisis y su denominación:¹⁶

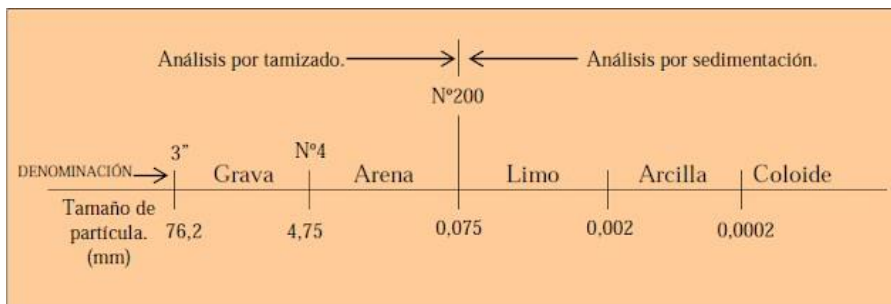


Figura 1. Análisis granulométrico

Límites de Atterberg, También llamados límites de consistencia es un medio en el cual podemos determinar el contenido de humedad caracterizando los cuatro estados de consistencia en los suelos de grano fino que son el estado viscoso, plástico, semisólido y sólido (ASTM D4318-95^a), dentro de este ensayo se determina lo siguiente:¹⁷

Contenido de humedad (w)

Límite líquido (LL)

Límite Plástico (LP)

Índice de plasticidad (IP)

Los **suelos** se pueden clasificar de dos formas distintas con los siguientes sistemas:

-Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)

Normado en ASTM D-2487 clasifica los suelos dividiéndolo en dos grupos que son los granos finos y los granos gruesos siendo el grano fino el porcentaje que pasa por la malla N°200.¹⁸

- American association of state highway and transportation (AASHTO): El método AASHTO M 145 clasifica el tipo de suelo según su granulometría, índice de plasticidad y límite líquido en 7 grupos de A-1 y A-7; A-1, A-2 y A-3 corresponde al grupo que pasan en un porcentaje menor al 35% del tamiz número 200 (0.075mm) y los suelos finos arcillas y limos, es decir que contienen un 35% más de material fino que pasa por el tamiz número 200 se encuentran en los grupos A-4, A-5, A-6, A-7.¹⁹

Conductividad térmica, La conductividad térmica de los materiales se puede definir mediante la ecuación (2) de Fourier para la transferencia de calor por conducción $q = A * \frac{dT}{dx} \dots(2)$. Esta proporción se convierte en ecuación (3) cuando se multiplica por K, que es la constante de proporcionalidad llamada conductividad térmica, y cuyo valor numérico depende del tipo de sustancia de estudio. $q = -kA * \frac{dT}{dx} \dots(3)$. Una sustancia con gran conductividad térmica es un buen conductor de calor, en cambio un material con pequeña conductividad térmica es un mal conductor de calor, también conocido como aislante térmico; Los metales tienen mayor conductividad térmica que los no metales, los gases son malos conductores de calor, en la siguiente tabla representaremos las conductividades térmicas por materiales:²⁰

Tabla 1. Conductividades térmicas

MATERIALES	DENSIDAD (kg/M3)	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA k[□]J/s.m.gC
1. MATERIALES AISLANTES		
ASBESTO PULVERIZADO	130	0.046
CORCHO, PLACAS	145	0.042
FIBRA DE VIDRIO	80	0.035
FIBRA DE MADERA	600	0.11
HULESPUMA	20	0.036
LANA MINERAL, PLACA RÍGIDA	180	0.042
PERLITA	65	0.042
POLIESTIRENO, PLACA	15	0.037
POLIURETANO, ESPUMA	30	0.026
POLIURETANO, PLACARÍGIDA	30	0.02
VERMICULITA	100	0.065
2. MADERA		
MADERA BLANDA	610	0.13
MADERA DURA	700	0.15
TRIPLAY	530	0.14
VIRUTA PRENSADA	400	0.16

Fuente: Concepción y construcción de un dispositivo para medir la conductividad térmica de materiales para edificaciones, Rios, 1996

Difusividad Térmica, Montes, Muñoz y Rovira (2014, s.p) Es la relación que existe entre la facilidad de transmitir calor y la facilidad de almacenarlo como veremos en la siguiente fórmula (4) $a = \frac{k}{\rho * C_p}$; Siendo α = difusividad térmica (m²/s), ρ =densidad (kg/m³), κ =conductividad (W/m°C). Es decir, es la propiedad que tiene cada material para darle una característica a la conducción del calor en las condiciones

no estacionarias. Esta forma de medición describe el tiempo de reacción en el cual un material actúa a un cambio de temperatura.²¹

Resistencia a la compresión; se hace un tipo de esfuerzo de rotura mínimo para poder medir la resistencia del material. Tanto a la compresión como a tracción. La resistencia mínima de compresión es de 12 kg/cm².²²

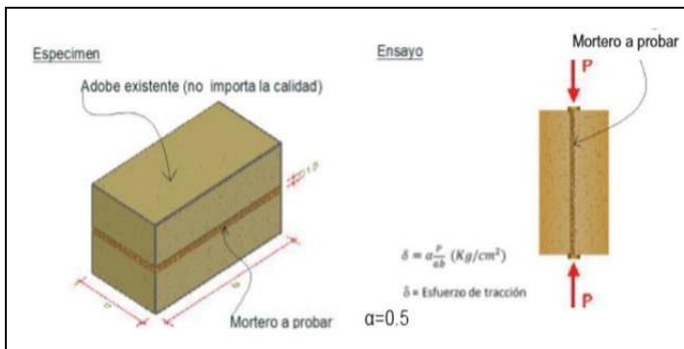


Figura 2. Resistencia a la compresión

Resistencia a la flexión, La resistencia a la flexión depende de la cantidad de arcilla y el tipo de minerales que lo componen, aunque en el barro seco no tiene mayor relevancia para la construcción con tierra, aunque por otro lado si es importante para determinar la calidad del mortero de barro y la rigidez de los bordes.²³

Ensayo de absorción, El ensayo de absorción es el aumento de masa del adobe cuando se sumerge en agua después de las 24 horas, a temperatura ambiente. Este incremento es debido a la cantidad de agua que entra por los poros sin agregar el agua que se adhiere a la superficie.²⁴

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación:

Tipo de investigación:

Se considera esta investigación de tipo aplicada porque se busca resolver problemas.

Diseño de investigación:

El diseño de investigación es el plan que se necesita para recaudar información para así poder responder al problema general presentado. En este proyecto de investigación usaremos el diseño tipo observacional, ya que

se observarán las fuentes y se realizarán análisis para obtener resultados nuevos.²⁵

3.2. Variables y operacionalización:

Variable independiente

Y: Elaboración del adobe con adición de cal y fibra de eucalipto.

Variables dependientes

X1: Propiedades mecánicas

X2: Propiedades termodinámicas

- **Definición conceptual:**

Adición de cal y fibra de eucalipto: La cal hidráulica, Es un tipo de material que presenta muchos poros poroso y permite que las paredes respiren pues le da un buen intercambio de vapor de agua, eso sin perder las propiedades de aislamiento térmico.²⁶ y La fibra de eucalipto ayuda a controlar el comportamiento de contracción o retracción y dilatación durante el fraguado; esto debido a la adherencia del material fibroso a la tierra.²⁷

Propiedades mecánicas:

Es la forma como el material se comporta frente a las fuerzas exteriores que se ejercen sobre ellos. Las propiedades mecánicas en los distintos materiales son: Elasticidad, plasticidad, maleabilidad, ductilidad, dureza, tenacidad y fragilidad.²⁸

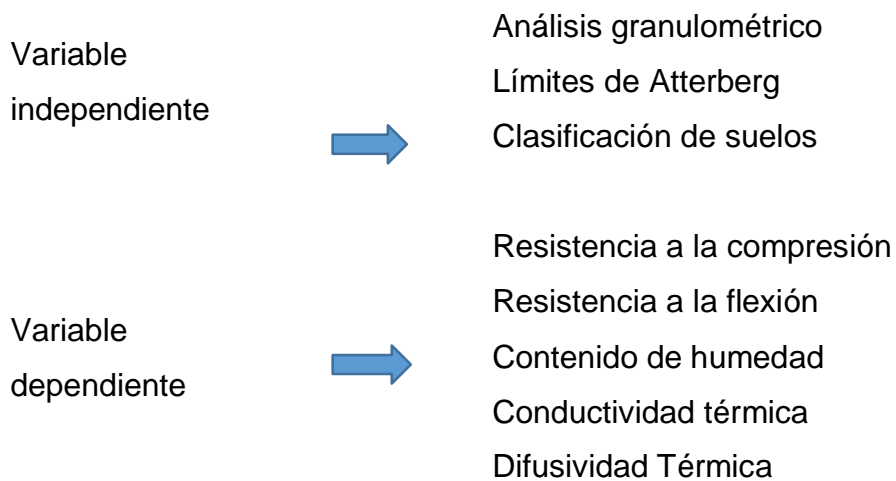
Propiedades termodinámicas: El comportamiento térmico es el transporte de energía (calor). Según la segunda ley de termodinámica que nos dice que el calor siempre se dirige a la temperatura más baja.²⁹

- **Definición operacional:**

Variable independiente: Es el factor que va a influir en el comportamiento mecánico y termodinámico, es por esto que se debe conocer el porcentaje que ocupara el total de la muestra.

Variable dependiente: Se analizará el valor que obtendrán estas variables a causa de los efectos de la variable independiente.

- **Indicadores:**



- **Escala de medición:** la escala de medición será mediante las fichas técnicas y recolección de datos.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Es la delimitación de los parámetros que vamos a usar en la muestra.³⁰ En este proyecto de investigación nuestra población sería todas las viviendas echas de adobe en el distrito de Chupuro.

Ubicación política:

Región : Junín
 Provincia : Huancayo
 Distrito : Chupuro



Figura 3. Ubicación a Nivel nacional



Figura 4. Ubicación a nivel distrital de Chupuro

- **Criterios de inclusión:** Toda vivienda de adobe
- **Criterios de exclusión:** viviendas de tapia o quincha.

Muestra: Es una parte de la población es decir una “muestra representativa” que pueden ser de dos tipos, probabilísticos y no probabilísticos. La muestra probabilística es cuando todas las muestras dentro de la población pueden ser escogidas para ser la muestra; por otro lado, la muestra no probabilística viene a ser cuando a la muestra no puede ser escogida de forma aleatoria pues depende de características específicas.³¹ En este proyecto usaremos el tipo de muestra probabilística teniendo como muestra bloques de adobe del Barrio Chonta.



Figura 5. Ubicación del Proyecto

Tabla 2. Total, de muestras a ensayar

ADOBES ESTABILIZADOS CON CAL				
PRUEBA	PATRON	5%	7%	9%
Compresión	6	6	6	6
Flexión	6	6	6	6
Absorción	6	6	6	6
Parcial	18	18	18	18
TOTAL	72			

Fuente: Elaboración propia

ADOBES ESTABILIZADOS CON FIBRA DE EUCALIPTO				
PRUEBA	PATRON	2%	3.5%	5%
Compresión	6	6	6	6
Flexión	6	6	6	6
Absorción	6	6	6	6
Parcial	18	18	18	18
TOTAL	72			

Fuente: Elaboración propia

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Recolectar datos es la elaboración de un plan con detalles bien explicados que nos ayuden a juntar los datos necesarios para poder cumplir con los propósitos específicos.³²

Este proyecto de investigación se llevará a cabo mediante el análisis de fichas técnicas de diversos ensayos. La primera parte es recolección de fichas técnicas de ensayos de laboratorio, la segunda parte será el análisis matemático mediante la interpolación, la tercera parte será realizar los diversos ensayos de comportamiento térmico al finalizar los ensayos obtendremos los resultados que sería como reacciono cada espécimen luego se realizará un análisis y discusión de los resultados finalizando con las conclusiones y recomendaciones.

Instrumento: Es necesario para medir las variables que están en la hipótesis y así poder registrar los datos observables.³³

El instrumento de medición a usar en este trabajo de investigación se determina por cada ensayo de laboratorio a realizar:

- Análisis Granulométrico: NTP 400.012 (2001, p.3)
- Ensayo de contenido de humedad: ASTM D-2216-98.p.3.
- Ensayo de los límites de Atterberg ASTM N° D4318-95, p.3
- Clasificación de suelo: Tablas SUCS y AASHTO para determinar el tipo de suelo.
- Ensayo a compresión: NTP 399.604 (2002, p. 4)
- Ensayo a flexión: ASTM C31

Validez: Es el grado con el que se puede medir un instrumento y puede tener diferentes tipos de evidencia como pueden ser: Relacionadas al contenido, Relacionada al criterio y Relacionado al constructo.³⁴ El presente trabajo de investigación será validado mediante los ensayos de laboratorio que realizaron las fuentes y que fueron verificados por ingenieros responsables.

Confiabilidad: Es el nivel que la aplicación repetida al espécimen produce resultados similares. El nivel de confiabilidad de este proyecto estará dado por la buena calibración de los instrumentos y la calidad de los materiales.³⁵

3.5. Procedimientos:

ETAPA I: Obtención de la muestra de suelo

ETAPA II: Análisis de suelo

- Análisis granulométrico
- Clasificación SUCS Y AASHTO

ETAPA III: Realización del adobe

ETAPA IV: Análisis de las propiedades del adobe

- Ensayo a compresión
- Ensayo a flexión
- Ensayo de saturación
- Ensayo termodinámico

ETAPA V: Evaluar la propiedades mecánicas y termodinámicas del adobe con la adición de cal y fibra de eucalipto

3.6. Métodos de análisis

Debemos tener en cuenta que los modelos estadísticos son solo una representación de la realidad y no la realidad en sí.³⁶ Para este trabajo de investigación se utilizará ensayos de laboratorio de las fuentes de las cuales recolectaremos los datos los cuales servirán para hacer los cálculos respectivos y obtener nuevos datos.

3.7. Aspectos éticos

Este proyecto de investigación se elabora teniendo en cuenta los principios morales y éticos los cuales se ven representados a lo largo del trabajo al momento de respetar la autoría de los diferentes autores de los cuales he recopilado diversa información, por otra parte, se elabora este proyecto siguiendo los valores de honestidad y respeto siendo veraz al momento de recaudar la información y respetando las normas de cada ensayo.

IV. RESULTADOS

Debido a lo que acontece se estará realizando el presente proyecto de investigación basada en fuentes de información recabadas.

- Contenido de humedad:

C – 1

Tabla 3. *Contenido de humedad C1*

W(%)prom	15.7%
----------	-------

Fuente: “Análisis de suelos arcillosos compactados para determinar su comportamiento volumétrico distrito tres de diciembre”, Romero, 2016.³⁷

C – 2

Tabla 4. *Contenido de humedad C2*

W(%)prom	19.7%
----------	-------

Fuente: “Análisis de suelos arcillosos compactados para determinar su comportamiento volumétrico”, Romero, 2016

Para determinar la clasificación del suelo se obtuvieron 2 calicatas.

C – 1

- Análisis granulométrico:

Tabla 5. *Porcentaje que pasa por la malla N°200*

% Finos (<0.074mm)	49.90%
--------------------	--------

Fuente: “Análisis de suelos arcillosos compactados para determinar su comportamiento volumétrico”, Romero, 2016

- Límites de Atterberg

Tabla 6. *Límites de Atterberg*

Límite líquido	28.10%
Límite plástico	21.80%
Índice de plasticidad	6.30%

Fuente: “Análisis de suelos arcillosos compactados para determinar su comportamiento volumétrico”, Romero, 2016

De los resultados de los ensayos se clasificó el suelo de la siguiente forma:

SUCS: se usó la carta de plasticidad que se encuentra en el cuadro de clasificación SUCS **ANEXO N°7**.

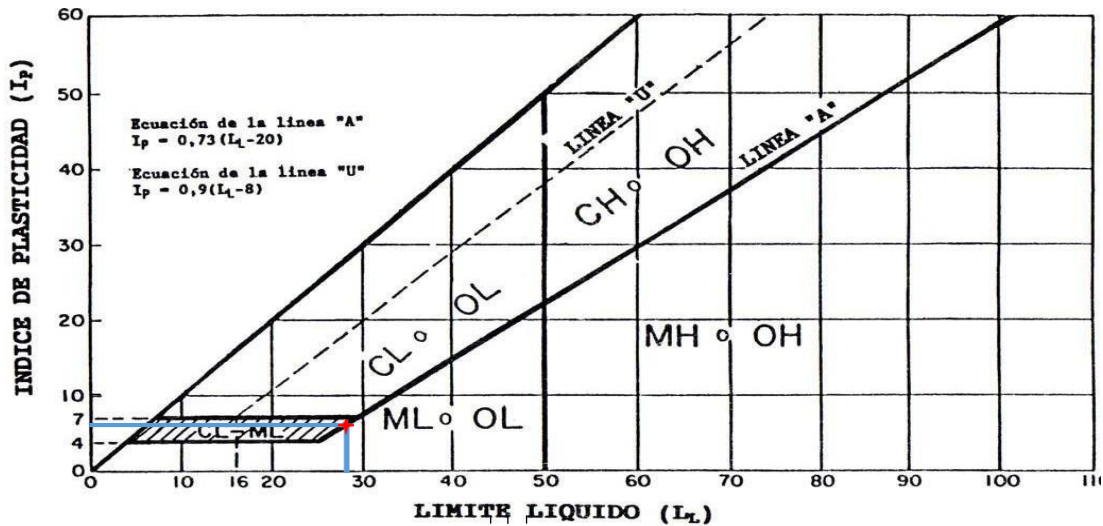


Figura 6. Carta de plasticidad SUCS N°1

De la carta de plasticidad se puede clasificar el tipo de suelo como **ML** que según la **Tabla N°23** significa Limo y porque el $LL < 50$ es un tipo de **Limo de baja plasticidad**

AASHTO: De los datos de laboratorio se clasificó el suelo según el cuadro de clasificación AASHTO que se encuentra en **ANEXO N°8** por el porcentaje de finos se determinó que puede ser de tipo A-4, A-5, A-6, A-7 pero este suelo tiene un min de 36 que pasa la malla n°200, máx. 40% en el LL y máx. 10% en el IP. Lo que nos comprueba que el tipo de suelo según la clasificación AASHTO es un **A - 4 de tipo limoso** y para corroborar la información nos vamos a la carta de plasticidad AASHTO

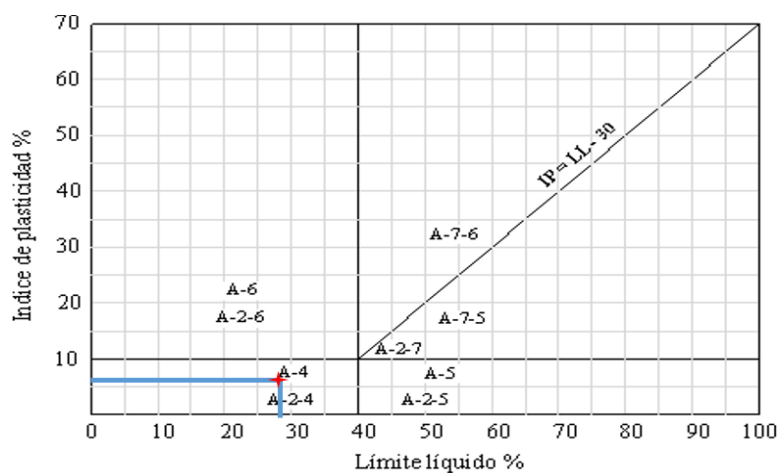


Figura 7. Carta de plasticidad AASHTO N°1

Según la carta de plasticidad la clasificación del suelo es de tipo **A-4** o **A-2-4** pero como la cantidad de finos >35% es de tipo **A-4** que quiere decir que es un suelo limoso de permeabilidad deficiente, elasticidad alta, cambio de volumen entre alto y deficiente y capilaridad muy sobresaliente según el cuadro de características de suelos **ANEXO N°9**

C – 2

- Análisis granulométrico:

Tabla 7 Porcentaje que pasa por la malla N°200

% Finos (<0.074mm)	81.05%
--------------------	--------

Fuente: “Análisis de suelos arcillosos compactados para determinar su comportamiento volumétrico”, Romero, 2016

- Límites de Atterberg

Tabla 8. Límites de Atterberg

Límite líquido	40.00%
Límite plástico	23.61%
Índice de plasticidad	16.39%

Fuente: “Análisis de suelos arcillosos compactados para determinar su comportamiento volumétrico”, Romero, 2016

SUCS: se usa la carta de plasticidad como nos indica el cuadro de clasificación SUCS que se encuentra en **ANEXO N°7**.

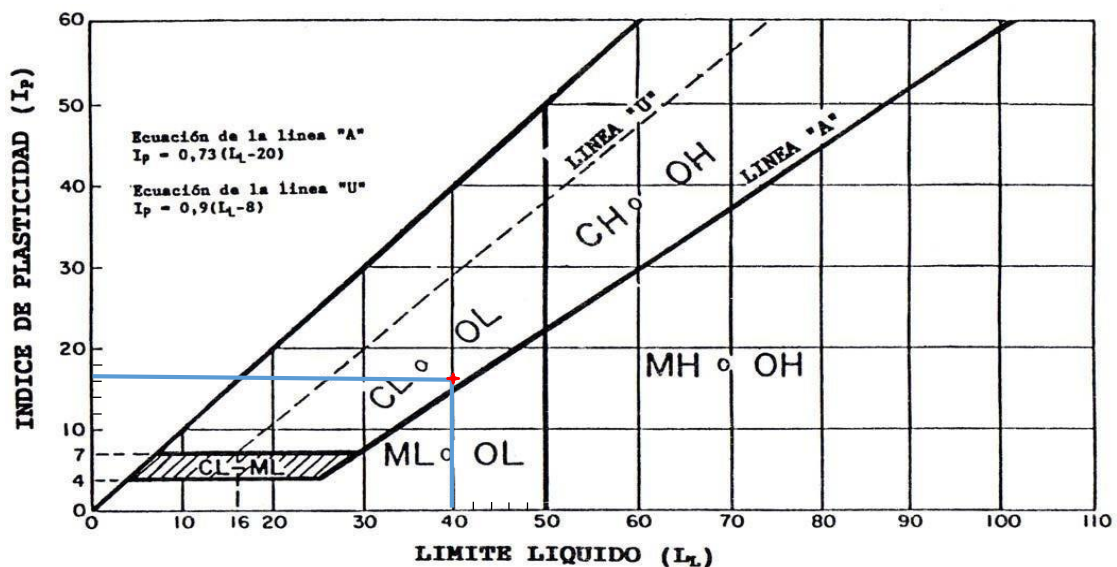


Figura 8. Carta de plasticidad SUCS N°1

De la carta de plasticidad se puede clasificar el tipo de suelo como CL que según la **Tabla N°23** significa Arcilla y porque el $LL < 50$ significa que es un tipo de **Arcilla de baja plasticidad**

AASHTO: De los datos de laboratorio se clasificó el suelo según el cuadro de clasificación AASHTO que se encuentra en **ANEXO N°8** por el porcentaje de finos se determinó que puede ser de tipo A-4, A-5, A-6, A-7 pero este suelo tiene un mín de 36 que pasa la malla n°200, máx. de 40% en el LL y mín. del 11% en el IP. Lo que nos comprueba que el tipo de suelo según la clasificación AASHTO es un **A-6 de tipo arcilloso** y para corroborar la información nos vamos a la carta de plasticidad AASHTO

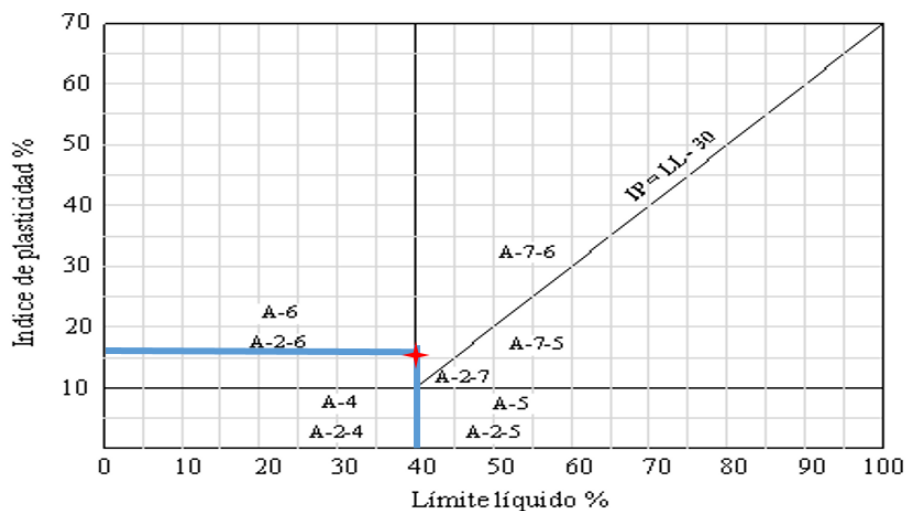


Figura 9. Carta de plasticidad AASHTO N°1

Según la carta de plasticidad la clasificación del suelo es de tipo A-6 o A-2-6 pero como el %finos $> 35\%$ se confirma que el tipo de suelo es **A-6** que quiere decir que es un suelo arcilloso de permeabilidad muy baja, deficiente elasticidad, cambio de volumen muy alto y capilaridad muy alta según el cuadro de características de suelos **ANEXO N°9**.

Interpretación: Del análisis presentado se determinó que el tipo de suelo es entre limoso y arcilloso. Por lo tanto, con ese mismo suelo se puede elaborar el adobe porque en la norma E 080 nos dice que el adobe debe contener un porcentaje de arcilla 10 – 20%, limos 15 – 25% y arena 55 – 70%.

- Ensayo de resistencia a compresión del adobe con adición de cal:

Para los ensayos de resistencia a compresión y flexión se realizará una extrapolación de los resultados de otras tesis.

Usando como referencia la tesis de Quiteño.³⁸ de nombre “La cal como elemento que mejora la resistencia en la producción del ladrillo de adobe en el departamento de Ahuchapán. Anuario de investigación” donde analiza la elaboración del adobe con adición de cal.

Tabla 9. Resistencia a compresión según Quiteño

Especímenes	F'c kg/cm
Adobe tradicional	3.12
Adobes estabilizados con 4% de cal	4.84
Adobes estabilizados con 5% de cal	7.22
Adobes estabilizados con 6% de cal	11.8
Adobes estabilizados con 7% de cal	13.31

Después se realizaron las siguientes extrapolaciones para obtener el 5%, 7% y 9% de adición de cal:

Siendo los datos de tabulación:

6% ₁	11.8 ₁
7% ₂	13.31 ₂
9%	\bar{y}

$$\bar{y} - y_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \times (\bar{x} - x_1)$$

$$\bar{y} - 11.8 = \frac{13.31 - 11.8}{7 - 6} \times (9 - 6)$$

$$\bar{y} = 16.33$$

Tabla 10. Resultados de resistencia a compresión del adobe estabilizado con cal al 5%, 7% y 9%

Adobes estabilizados con 5% de cal	7.22
Adobes estabilizados con 7% de cal	13.31
Adobes estabilizados con 9% de cal	16.33

Fuente: Elaboración propia

- Ensayo de resistencia a flexión del adobe con adición de cal:

Usando como referencia la tesis de Cáceres titulada “Análisis de la resistencia mecánica del adobe estabilizado con cal y compactado para construcciones ecológicas - económicas en Cajamarca” donde analiza la elaboración del adobe con adición de cal y compactado.⁷

Tabla 11. *Esfuerzo a flexión según Cáceres*

Especímenes	Esf. Flexión
Adobes estabilizados con 5% de cal y compactados	7.911
Adobes estabilizados con 10% de cal y compactados	8.711
Adobes estabilizados con 15% de cal y compactados	9.184
Adobes estabilizados con 20% de cal y compactados	9.792

Fuente: Elaboración propia

Después se realizaron las siguientes extrapolaciones para obtener el 5%, 7% y 9% de adición de cal:

1.- Siendo los datos de tabulación:

5% ₁	7.911 ₁
7%	\bar{y}
10% ₂	8.711 ₂

$$\bar{y} = 7.911 + \frac{7-5}{10-5} \times (8.711 - 7.911) \Rightarrow \bar{Y} = 8.231$$

2.- Siendo los datos de tabulación los siguientes:

5% ₁	7.911 ₁
9%	\bar{y}
10% ₂	8.711 ₂

$$\bar{y} = 7.911 + \frac{9-5}{10-5} \times (8.711 - 7.911) \Rightarrow \bar{Y} = 8.551$$

Tabla 12. Resultados de resistencia a flexión del adobe estabilizado con cal al 5%, 7% y 9% y compactado

Adobes estabilizados con 5% de cal y compactado	7.911
Adobes estabilizados con 7% de cal y compactado	8.231
Adobes estabilizados con 9% de cal y compactado	8.551

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Resistencia a flexión del adobe tradicional según Cáceres

Especímenes	Esf. Flexión
Adobes tradicionales	7.449
Adobes Compactados	5.87

Fuente: Elaboración propia

- Absorción de agua del adobe con adición de cal:

Según Cáceres en su tesis titulada “Análisis de la resistencia mecánica del adobe estabilizado con cal y compactado para construcciones ecológicas - económicas en Cajamarca” la resistencia a absorción es :⁷

Tabla 14. Resistencia a la absorción según Cáceres

Ensayo de Absorción	Adobes Estabilizados con 5% de cal y compactados	Adobes Estabilizados con 10% de cal y compactados	Adobes Estabilizados con 15% de cal y compactados	Adobes Estabilizados con 20% de cal y compactados
Promedio %Absorción	14.40%	13.97%	13.66%	13.19%

Fuente: Análisis de la resistencia mecánica del adobe estabilizado con cal y compactado para construcciones ecológicas - económicas en Cajamarca. Cáceres 2017.

1.- Siendo los datos de tabulación:

5% ₁	14.40 ₁
7%	\bar{y}
10% ₂	13.97 ₂

$$\bar{y} = y_1 + \frac{\bar{x} - x_1}{x_2 - x_1} \times (y_2 - y_1)$$

$$\bar{y} = 14.40 + \frac{7-5}{10-5} \times (13.97 - 14.40)$$

$$\bar{Y} = 14.228$$

2.- Siendo los datos de tabulación:

5% ₁	14.40 ₁
9%	\bar{y}
10% ₂	13.97 ₂

$$\bar{y} = 14.40 + \frac{9-5}{10-5} \times (13.97 - 14.40)$$

$$\bar{Y} = 14.056$$

Tabla 15. Resultados de resistencia a la absorción del adobe estabilizado con cal al 5%, 7% y 9% y compactado

Adobes estabilizados con 5% de cal y compactado	14.40%
Adobes estabilizados con 7% de cal y compactado	14.228%
Adobes estabilizados con 9% de cal y compactado	14.056%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Absorción de agua del adobe tradicional según Cáceres (7)

Especímenes	Absorción prom. %
Adobes tradicionales	17.97%
Adobes Compactados	17.13%

Fuente: Elaboración propia

- Ensayo de resistencia a compresión del adobe con adición de fibra de eucalipto:

Usando como referencia la tesis de Márquez titulada “Estabilización del adobe con adición de viruta de Eucalipto” donde analiza la elaboración del adobe con adición de viruta.³⁹

Tabla 17. Resistencia a compresión según Márquez

Especímenes	F'c Promedio
Adobes tradicionales	26.05
Adobes estabilizados con 1.5% de viruta de eucalipto	43.43
Adobes estabilizados con 3.0% de viruta de eucalipto	38.09
Adobes estabilizados con 4.5% de viruta de eucalipto	50.77

Después se realizaron las siguientes extrapolaciones para obtener el 2%, 3.5% y 5% de adición de fibra de eucalipto:

Siendo los datos de tabulación:

1.5% ₁	43.43 ₁
2%	\bar{y}
3% ₂	38.09 ₂

$$\bar{y} = y_1 + \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \times (\bar{x} - x_1)$$

$$\bar{y} = 43.43 + \frac{38.09 - 43.43}{3 - 1.5} \times (2 - 1.5)$$

$$\bar{Y} = 41.65$$

3% ₁	38.09 ₁
3.5%	\bar{y}
4.5% ₂	50.77 ₂

$$\bar{y} = y_1 + \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \times (\bar{x} - x_1)$$

$$\bar{y} = 38.09 + \frac{50.77 - 38.09}{4.5 - 3} \times (3.5 - 3) \Rightarrow \bar{Y} = 42.32$$

3% ₁	38.09 ₁
4.5% ₂	50.77 ₂
5%	\bar{y}

$$\bar{y} - 38.09 = \frac{50.77 - 38.09}{4.5 - 3} \times (5 - 3)$$

$$\bar{Y} = 55.00$$

Tabla 18. Resultados de resistencia a compresión del adobe estabilizado con fibra de eucalipto al 2%, 3.5% y 5%

Adobes estabilizados con 2% de fibra de eucalipto	41.65
Adobes estabilizados con 3.5% de fibra de eucalipto	42.32
Adobes estabilizados con 5% de fibra de eucalipto	55.00

Fuente: Elaboración propia

- Ensayo de resistencia a Flexión del adobe con adición de fibra de eucalipto:

Usando como referencia la tesis de Mantilla titulada “Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho” donde analiza la elaboración del adobe con adición de viruta .⁶

Tabla 19. Resistencia a flexión según Mantilla

Especímenes	F'c Promedio
Adobes tradicionales	8.01
Adobes estabilizados con 2.0% de viruta de eucalipto	8.08
Adobes estabilizados con 3.0% de viruta de eucalipto	8.35
Adobes estabilizados con 4.0% de viruta de eucalipto	7.78

Fuente: Elaboración propia

Después se realizaron las siguientes extrapolaciones para obtener el 2%, 3.5% y 5% de adición de fibra de eucalipto:

Siendo los datos de tabulación:

3% ₁	8.35 ₁
3.5%	\bar{y}
4% ₂	7.78 ₂

$$\bar{y} = y_1 + \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \times (\bar{x} - x_1)$$

$$\bar{y} = 8.35 + \frac{7.78 - 8.35}{4 - 3} \times (3.5 - 3)$$

$$\bar{Y} = 8.07$$

3% ₁	8.35 ₁
4% ₂	7.78 ₂
5%	\bar{y}

$$\bar{y} - 8.35 = \frac{7.78 - 8.35}{4 - 3} \times (5 - 3) \Rightarrow \bar{Y} = 7.21$$

Tabla 20. Resultados de resistencia a flexión del adobe estabilizado con fibra de eucalipto al 2%, 3.5% y 5%

Adobes estabilizados con 2% de fibra de eucalipto	8.08
Adobes estabilizados con 3.5% de fibra de eucalipto	8.07
Adobes estabilizados con 5% de fibra de eucalipto	7.21

Fuente: Elaboración propia

- Absorción de agua del adobe con adición de fibra de eucalipto:

Usando como referencia la tesis de Márquez titulada “Estabilización del adobe con adición de viruta de Eucalipto” donde analiza la elaboración del adobe con adición de viruta.³⁹

Tabla 21. Resistencia a la absorción según Márquez

Especímenes	F´c Promedio
Adobes tradicionales	18.98
Adobes estabilizados con 1.5% de viruta de eucalipto	20.78
Adobes estabilizados con 3.0% de viruta de eucalipto	20.92
Adobes estabilizados con 4.5% de viruta de eucalipto	22.62

Después se realizaron las siguientes extrapolaciones para obtener el 2%, 3.5% y 5% de adición de fibra de eucalipto:

Siendo los datos de tabulación:

1.5% ₁	20.78 ₁
2%	\bar{y}
3% ₂	20.92 ₂

$$\bar{y} = y_1 + \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \times (\bar{x} - x_1)$$

$$\bar{y} = 20.67 + \frac{20.92 - 20.78}{3 - 1.5} \times (2 - 1.5)$$

$$\bar{Y} = 20.72$$

3% ₁	20.92 ₁
3.5%	\bar{y}
4.5% ₂	22.62 ₂

$$\bar{y} = 20.92 + \frac{22.62 - 20.92}{4.5 - 3} \times (3.5 - 3)$$

$$\bar{Y} = 21.49$$

3% ₁	20.92 ₁
4.5% ₂	22.62 ₂
5%	\bar{y}

$$\bar{y} - y_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \times (\bar{x} - x_1)$$

$$\bar{y} - 20.92 = \frac{22.62 - 20.92}{4.5 - 3} \times (5 - 3)$$

$$\bar{Y} = 23.19$$

Tabla 22. Resultados de resistencia a la absorción del adobe estabilizado con fibra de eucalipto al 2%, 3.5% y 5%

Adobes estabilizados con 2% de fibra de eucalipto	20.72
Adobes estabilizados con 3.5% de fibra de eucalipto	21.49
Adobes estabilizados con 5% de fibra de eucalipto	23.19

Fuente: Elaboración propia

- Análisis de comportamiento térmico del adobe con adición de fibra de eucalipto

Tabla 23. Resultados de las temperaturas del adobe estabilizado con fibra de eucalipto al 3.5% y el adobe común secado a techo.

# Muestras	Temperatura del adobe común	Temperatura del adobe c/ 3.5% de Fibra de eucalipto
1	24.1	28
2	26.6	26.5
3	25.6	28.6
4	25.2	29.4
5	24.7	29.5
6	24.5	27.6

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis estadístico de la prueba T que se encuentra adjunto en el **Anexo N° 31** el valor de “p” en la prueba de muestras relacionadas nos dice que hay una diferencia altamente significativa con un 99% de confiabilidad.

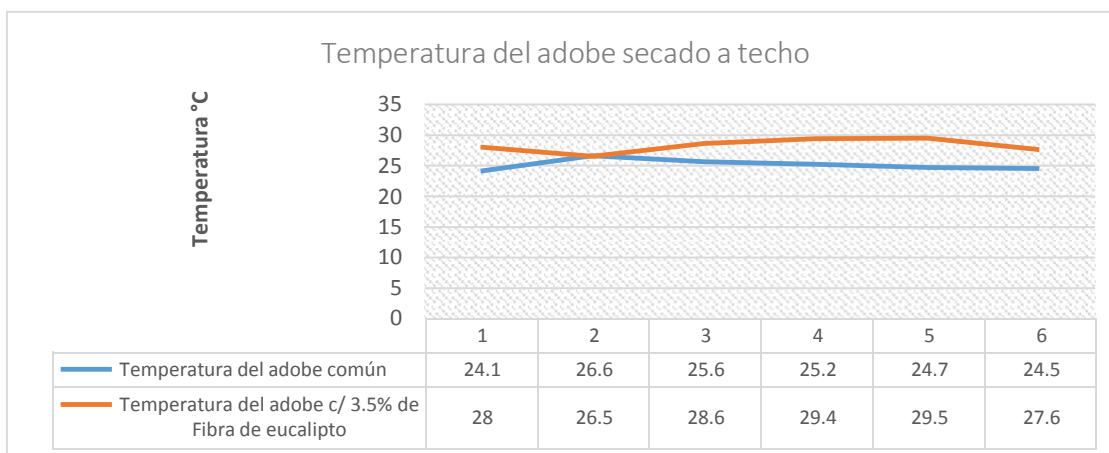


Gráfico 1. Comparación de las temperaturas del adobe secado a techo entre las mediciones del adobe común y el adobe con adición del 3.5% de fibra de eucalipto ($t(28,267)=-4,458$, $p<0.01$).

Tabla 24. Resultados de las temperaturas del adobe estabilizado con fibra de eucalipto al 3.5% y el adobe común expuestos a las 24H al frío.

# Muestras	Temperatura del adobe común	Temperatura del adobe c/ 3.5% de Fibra de eucalipto
1	9.9	10.5
2	9.6	10.4
3	9.8	10.3
4	9.5	11.8
5	9.6	10.5
6	9.3	10.8

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis estadístico de la prueba T que se encuentra adjunto en el **Anexo N° 32** el valor de “p” en la prueba de muestras relacionadas se puede determinar que hay una diferencia significativa con un 95% de confiabilidad.

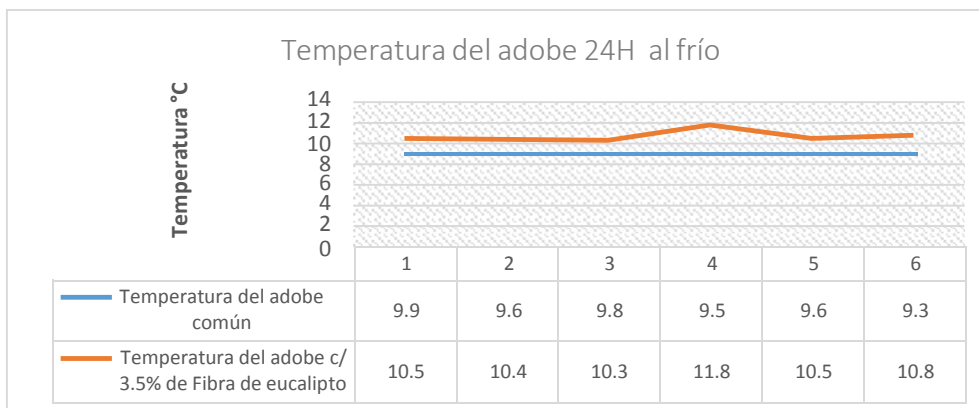


Gráfico 2. Comparación de las temperaturas a las 24H al frío entre las mediciones del adobe común y el adobe con adición del 3.5% de fibra de eucalipto ($t(10.717)=-3.939$, $p<0.05$).

Tabla 25. Resultados de las temperaturas del adobe estabilizado con fibra de eucalipto al 3.5% y el adobe común expuestos a las 48H al frío.

# Muestras	Temperatura del adobe común	Temperatura del adobe c/ 3.5% de Fibra de eucalipto
1	6.7	10.5
2	5	9.6
3	4.2	10
4	8	9.3
5	9.4	11.2
6	5	11.8

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis estadístico de la prueba T que se encuentra adjunto en el **Anexo N° 32** el valor de “p” en la prueba de muestras relacionadas se puede determinar que hay una diferencia altamente significativa con un 99% de confiabilidad.

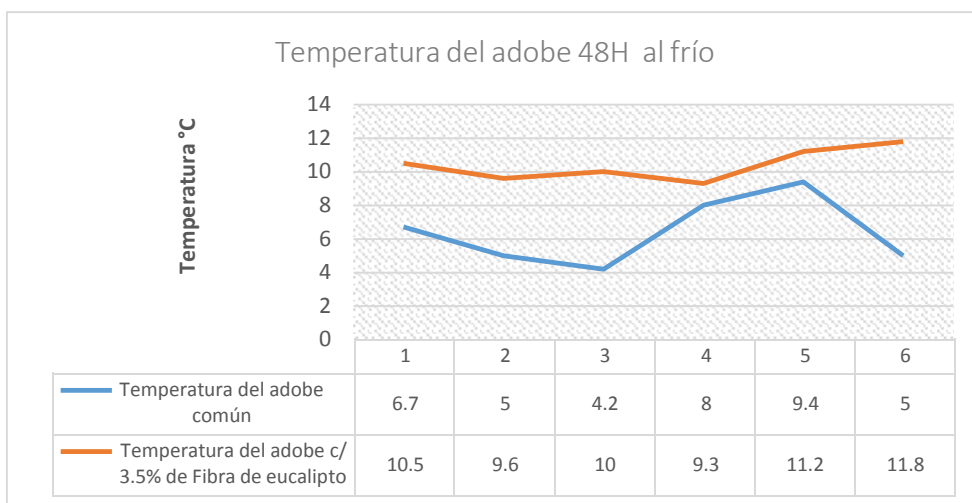


Gráfico 3. Comparación de las temperaturas a las 48H al frío entre las mediciones del adobe común y el adobe con adición del 3.5% de fibra de eucalipto ($t(10,4)=-4,528$, $p<0.01$).

Tabla 26. Resultados de las temperaturas del adobe estabilizado con fibra de eucalipto al 3.5% y el adobe común expuestos a las 48H al frío.

# Muestras	Temperatura del adobe común	Temperatura del adobe c/ 3.5% de Fibra de eucalipto
1	-0.7	3.3
2	-0.6	3.3
3	2.1	5.2
4	1.7	3.7
5	-0.6	4.4
6	-0.7	2.2

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis estadístico de la prueba T que se encuentra adjunto en el **Anexo N° 33** el valor de “p” en la prueba de muestras relacionadas se puede determinar que hay una diferencia altamente significativa con un 99% de confiabilidad.

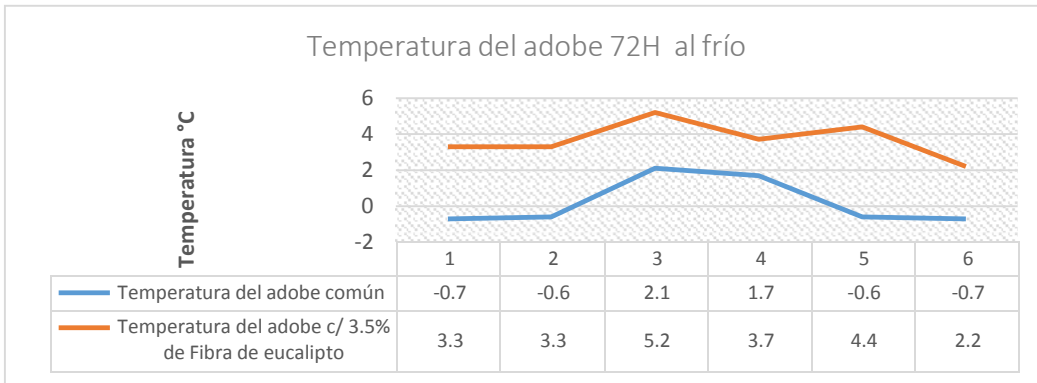


Gráfico 4. Comparación de las temperaturas a las 72H a al frío entre las mediciones del adobe común y el adobe con adición del 3.5% de fibra de eucalipto ($t(3,683)=-8.189, p<0.01$).

V. DISCUSIÓN

DISCUSIÓN I

Resistencia a compresión del adobe con adición de cal

Cáceres en su tesis titulada “Análisis de la resistencia mecánica del adobe estabilizado con cal y compactado para construcciones ecológicas - económicas en Cajamarca” la resistencia a compresión del adobe compactado reduce en 5.83% con respecto a la resistencia de un adobe tradicional sin compactar. Por otra parte, adicionando cal en los porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% mejora su resistencia en un 9.24%, 13.50%, 20.37% y 31.85% respecto a la resistencia adobe tradicional sin compactar según el siguiente gráfico:

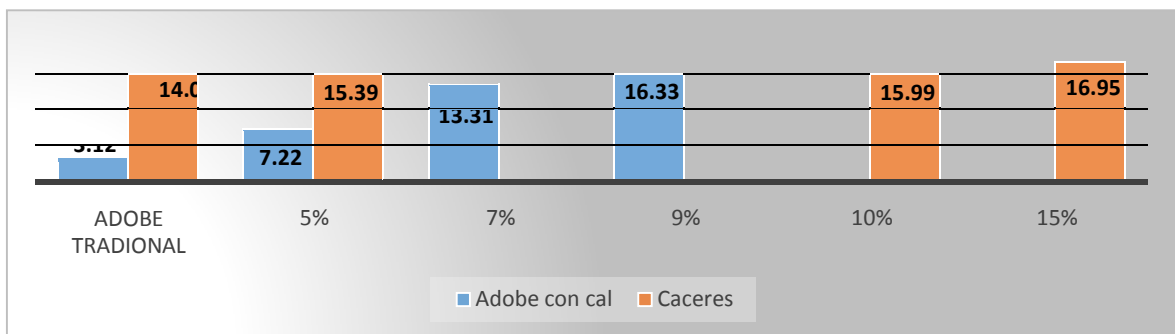


Gráfico 5 Gráfico comparativo de resistencia a compresión del adobe con adición de cal al 5%, 7% y 9%.

Según mi análisis agregando cal en los porcentajes de 5%, 7% y 9% a un adobe sin compactar se puede concluir lo siguiente:

- Cáceres en su investigación dice que la cal aumenta la resistencia a compresión de un adobe compactado. De los resultados de mi tesis se pudo observar que, al adicionar la cal, la resistencia a compresión aumenta, con los porcentajes de cal de 5%, 7% y 9% su resistencia tiene una mejora de 131.4% 326.6% y 423.4% respecto al adobe tradicional sin compactar. Corroborando así la tesis de Cáceres.
- Cáceres en los resultados de su investigación la resistencia a compresión de un adobe compactado con adición del 10% de cal tiene una resistencia de 15.99 kg/cm². De los resultados de mi tesis al adicionar un 9% de cal y sin compactar el adobe su resistencia a compresión es de 16.33 kg/cm². Comparando con los resultados de Cáceres se puede observar que al adicionar la cal al adobe sin

compactar su resistencia a la compresión es mejor a la del adobe compactado.

Resistencia a flexión del adobe con adición de cal

Morales, Ortiz y Alavéz en su artículo de investigación titulado “Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe compactado” la resistencia a flexión del adobe al adicionar cemento y compactar mejora notablemente sus características mecánicas.⁴⁰

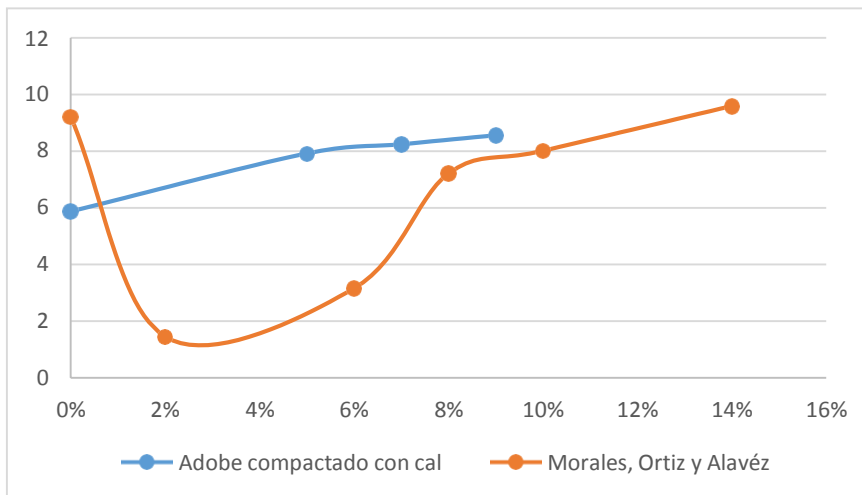


Gráfico 6 Comparación de la Resistencia a flexión del adobe con adición de cal y compactado al 5%, 7%, 9% y Morales, Ortiz y Alavéz.

Al realizar la comparación entre los datos Morales, Ortiz y Alavéz y los porcentajes obtenidos se puede concluir lo siguiente:

- Morales, Ortiz y Alavéz dicen que al agregar cemento al adobe compactado su resistencia a la flexión reduce respecto al adobe con 0% de cemento. De mi investigación podemos observar que al agregar cal a los adobes compactados en los porcentajes de 5%, 7% y 9% la resistencia aumenta en 6.17%, 10.47% y 14.77% respecto al adobe tradicional. Corroborando la teoría de Morales, Ortiz y Alavéz ya que la cal y el cemento mejoran la resistencia a flexión del adobe, sin embargo, el adobe con adición de cal reacciona mejor a flexión que el adobe con adición de cemento.
- Morales, Ortiz y Alavéz dice que el adobe compactado con adición de 14% de cemento tiene una resistencia a flexión 4.13% mayor al adobe tradicional. De los resultados de mi investigación al adicionar un 9% de cal su resistencia a flexión es 45.7% mayor respecto a un adobe con 0% de cal. Se puede confirmar la teoría de Morales, Ortiz y Alavéz, ya que, tanto la cal como el cemento ambos estabilizantes químicos mejoran la resistencia a flexión respecto al adobe

tradicional.

Absorción de agua del adobe con adición de cal

Morales, Ortiz y Alavéz en su artículo de investigación titulado “Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe compactado” la absorción de agua del adobe al adicionar cemento y compactar disminuye ligeramente según se incrementa el porcentaje de cemento. De los resultados de mi investigación como dice en la figura 12 se puede observar que a mayor porcentaje de cal su porcentaje a la absorción también se reduce ligeramente. Corroborando así la teoría de Morales, Ortiz y Alavéz.

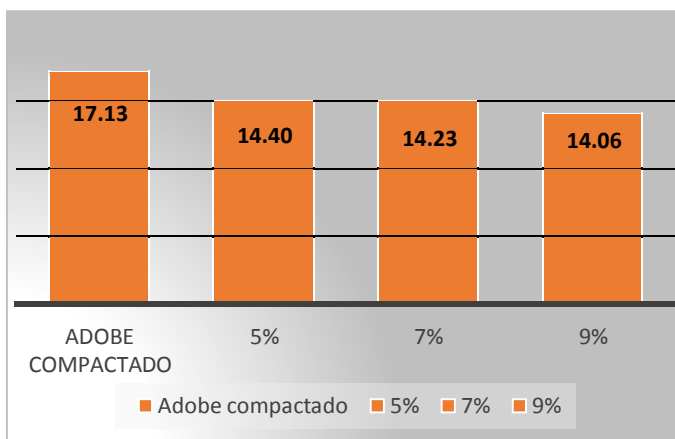


Gráfico 7 Gráfico de análisis de absorción de agua del adobe estabilizado con cal al 5%, 7% y 9% y compactado

Resistencia a compresión del adobe con adición de fibra de eucalipto

Mantilla en su tesis titulada “Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho”, la resistencia a compresión del adobe con adición de fibra de eucalipto mejora a respecto a un adobe tradicional.

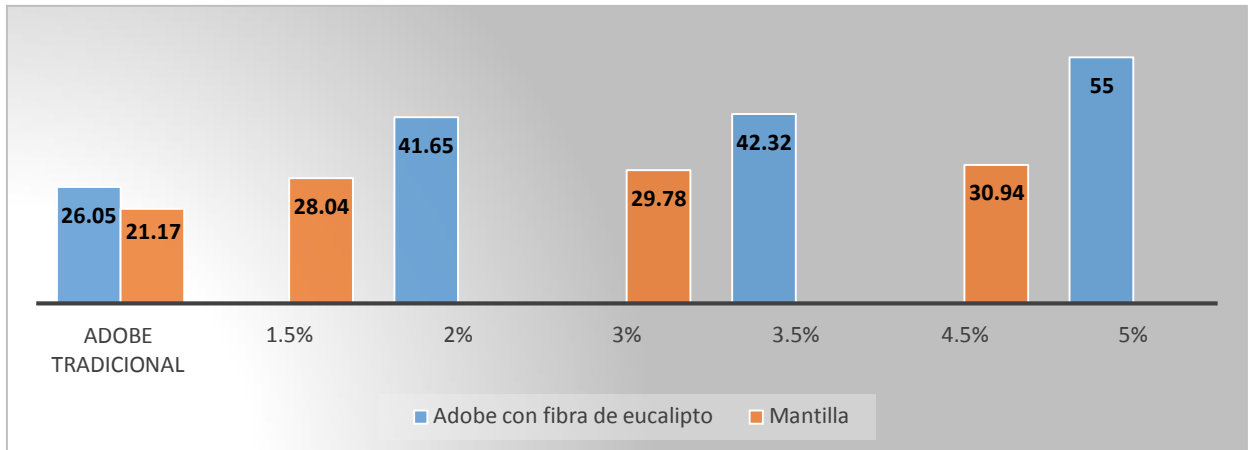


Gráfico 8 Gráfico comparativo de resistencia a compresión del adobe estabilizado con fibra de eucalipto al 2%, 3.5% y 5%

Del gráfico 4 se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- Mantilla dice que el adobe con adición de viruta hace que la resistencia a compresión aumente respecto a un adobe tradicional. De los resultados de mi tesis se puede observar lo siguiente; el adobe con adición de fibra de eucalipto en porcentajes de 2%, 3.5% y 5% aumentaron su resistencia a compresión en 59.88%, 62.45% y 111.13% con esto se afirma la teoría de Mantilla.

Resistencia a flexión del adobe con adición de fibra de eucalipto

Márquez en su tesis titulada “Estabilización del adobe con adición de viruta de Eucalipto” dice que la resistencia a flexión del adobe reduce al adicionar la fibra de eucalipto en porcentajes de 1.5%, 3% y 4.5%. Como se observa en el siguiente gráfico:

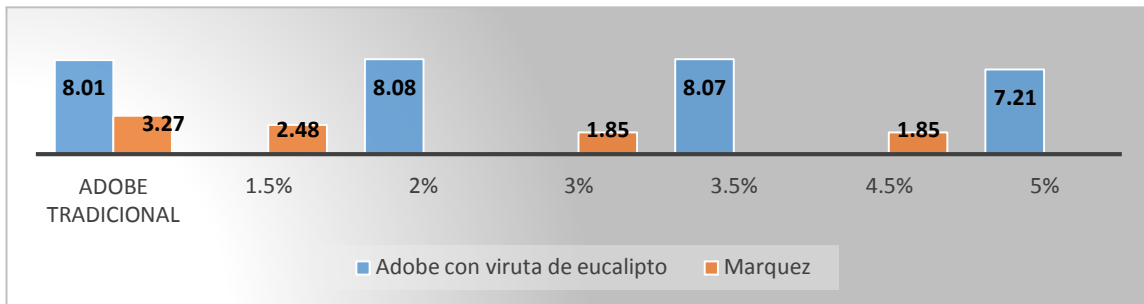


Gráfico 9 Gráfico comparativo de resistencia a flexión del adobe estabilizado con fibra de eucalipto en los porcentajes de 2%, 3.5% y 5%.

Del gráfico se concluye lo siguiente:

- Márquez nos dice que al adicionar la fibra de eucalipto al adobe su resistencia a flexión se reduce respecto al adobe tradicional. Al evaluar los resultados de mi tesis se obtuvo que al adicionar nuestros porcentajes de 2%, 3.5% y 5% de fibra de eucalipto a un adobe sin compactar su resistencia reduce en un 0.87%, 0.75% y 11% respecto al adobe tradicional. Con lo que se puede reafirmar la teoría de Márquez.
- Márquez en su tesis trabaja con fibra de eucalipto y su resistencia a la flexión al adicionar el 1.5% de fibra de eucalipto se reduce en un 31.85% respecto al adobe tradicional. En los resultados de mi tesis se analizó con viruta donde se puede ver según el grafico que la resistencia a flexión del adobe empieza a reducir al adicionar un 5% de viruta y reduce en un 11% respecto al adobe tradicional. Con estas observaciones se puede concluir que al adicionar el eucalipto en forma de viruta y no de fibra su resistencia a la flexión aumentará.

Resistencia a la absorción del adobe con adición de fibra de eucalipto

Mantilla en su tesis titulada “Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho” la adición de viruta aumenta la absorción de agua como se observa en la figura 15, lo cual no favorece al adobe pues se vuelve menos durable y estable.

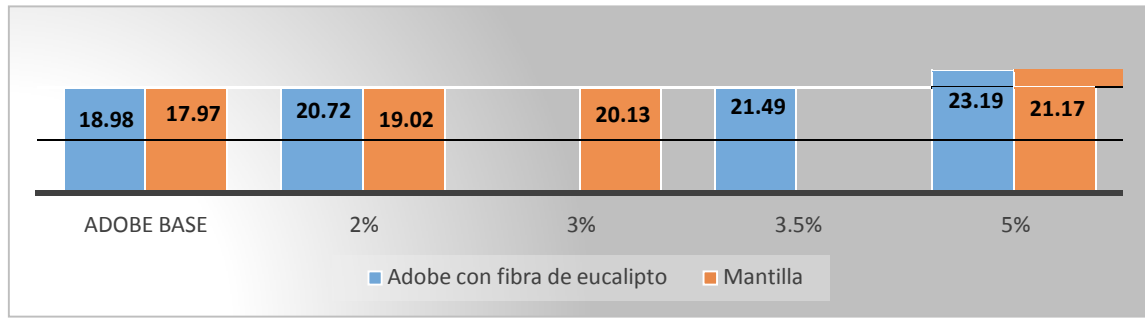


Gráfico 10 Gráfico comparativo de resistencia a la absorción del adobe estabilizado con fibra de eucalipto

Del gráfico 6 se puede analizar lo siguiente:

- Se rectifica la teoría de Mantilla que nos dice que al adicionar la viruta su absorción al agua aumenta. De los resultados de nuestra investigación podemos observar que al adicionar los porcentajes de 2%, 3.5% y 5% de fibra de eucalipto su absorción aumento en 9.16%, 13.22% y 22.18% respecto al adobe tradicional. Comparando con los resultados de Mantilla podemos observar que tanto la viruta como la fibra de eucalipto aumentan la absorción al agua pues ambos superan su porcentaje respecto al adobe tradicional. Reafirmando así la teoría de Mantilla.

Comportamiento térmico del adobe con adición de fibra de eucalipto

Según Gonzales Aldave Elin al adicionar fibra de eucalipto al adobe en relación del 1:2 resulto un coeficiente de conductividad de 0.045 W/m^{°k} que quiere decir que tiene una mejor absorción al calor..⁴¹

El análisis termodinámico se elaboró con el porcentaje de fibra de eucalipto que tuvo una mejor reacción respecto a sus resistencias, en este caso el que mejor reaccionó a compresión, flexión y absorción es el adobe con adición de fibra de eucalipto al 3.5% el cual después de estar expuesto al frío tuvo una mejor reacción que el adobe común. Corroborando así la tesis de Gonzales.

VI. CONCLUSIONES

1. Como **hipótesis general** tenemos que la elaboración del adobe con adición de cal y fibra de eucalipto influye en las propiedades mecánicas y termodinámicas se pudo observar que efectivamente la cal en proporciones de 5%, 7% y 9% mejora las propiedades mecánicas del adobe y la fibra de eucalipto en la proporción de 3.5% mejora las propiedades termodinámicas.
2. La **hipótesis específica 1** fue que la elaboración del adobe con adición de cal y fibra de eucalipto influye en la mejora del comportamiento mecánico del adobe; con los resultados obtenidos la adición de cal mejora las propiedades mecánicas pues aumenta la resistencia en compresión, flexión y absorción por otra parte la fibra de eucalipto mejora la resistencia a compresión, reduce la resistencia a flexión y reduce la resistencia a la absorción lo cual hace que este no sea durable.
3. La **hipótesis específica 2** fue que la elaboración del adobe con adición de cal y fibra de eucalipto influye en la mejora del comportamiento termodinámico del adobe; a causa del problema mundial solo se analizó el comportamiento térmico del adobe con fibra de eucalipto y sí mejora el comportamiento térmico del adobe al adicionarle una proporción del 3.5% de fibra.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda estabilizar el adobe con cal y fibra de eucalipto para mejorar las propiedades mecánicas y termodinámicas
2. Se recomienda adicionar cal al adobe pues esta mejora sus propiedades mecánicas y da una mejor trabajabilidad y durabilidad al mismo.
3. Se recomienda usar la fibra de eucalipto al 3.5% para mejorar las propiedades termodinámicas del adobe y mantener el confort térmico dentro de las viviendas.
4. El adobe compactado con adición de cal trabaja mejor en su resistencia a compresión que un adobe estabilizado con cal y sin compactar.
5. Usar un tipo de fibra natural hace que el adobe mejore su resistencia a la compresión más no a flexión o saturación; se recomienda que al usar este tipo de fibra se agregue la cal ya que este puede mejorar su comportamiento mecánico.

REFERENCIAS

1. WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION 2 de setiembre de 2019. Disponible en: <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/el-clima-mundial-entre-2015-y-2019-se-ha-acelerado-el-cambio-clim%C3%A1tico>
2. INDECI. Bajas temperaturas y precipitaciones sólidas 2018 [en línea]. Abril – agosto 2018, n°017. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2018/12/20180829215812.pdf>
3. ¡Alarmante! Temperatura desciende hasta 13 grados bajo cero en algunas zonas de Junín [en línea]. Perú21.PE.25 junio 2019. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://peru21.pe/peru/junin-temperatura-desciende-13-grados-cero-zonas-nndc-486593-noticia/>
4. Alarmante: fuerte helada destruye miles de áreas agrícolas en la región Junín [en línea] fecha de consulta: 03 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://diariocorreo.pe/edicion/huancayo/alarmante-fuerte-helada-destruye-miles-de-areas-agricolas-en-la-region-junin-712866/>
5. ARIAS, José y CARDENAS, Américo. Participación ciudadana en el proceso de formulación del plan de desarrollo turístico del distrito de Chupuro 2014. Tesis (Licenciado en antropología), Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2014. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/129/TANT-13.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
6. MANTILLA CALDERÓN, Jhon. Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho [en línea]. Tesis de grado. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, 2018 [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1996/TESIS-VARIACION%20DE%20LAS%20PROPIEDADES%20FISICO%20MECANICAS%20DEL%20ADOBE%20AL%20INCORPORAR%20VIRUTA%20Y%20CAUCHO-.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
7. CACERES VASQUEZ, Kelvin. Análisis de la resistencia mecánica del adobe estabilizado con cal y compactado para construcciones ecológicas - económicas en Cajamarca [en línea]. Tesis de grado. Universidad Nacional de Cajamarca,

- Cajamarca, 2017 [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1002>
8. CARDENAS DIAZ, Grecia. Comportamiento térmico del espacio arquitectónico en construcciones de adobe [en línea]. Tesis de grado. Instituto Politécnico Nacional, México, 2015 [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/20957/Tesis%20-%20Grecia%20Tatiana%20C%C3%A1rdenas%20D%C3%ADaz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 9. REGLAMENTO nacional de edificaciones (Perú). E-080 2019, adobe. Lima:2019. pp .1181
 10. Vélez G. (2010). Arquitectura de barro. Revista digital apuntes de arquitectura. Caracas, Venezuela. Recuperado de: <http://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.pe/2010/08/arquitectura-con-barro-arqgonzalo.html>
 11. REGLAMENTO nacional de edificaciones (Perú). E-080 2019, adobe. Lima:2019. pp .1181
 12. Eucalyptus Wood: Characteristics and Main Uses. Recursos internet [en línea]. La Habana: Web Maderame. [Fecha de consulta: 04 de octubre de <2019]. Disponible en <https://maderame.com/madera-eucalipto/>
 13. ARTEAGA, Karen y otros. Revista de ingeniería: *Compressed earth block as construction material* [en línea] 2011. Agosto – Noviembre, n°31. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2019]. ISSN: 0121-1129 Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4139/413940770005.pdf>
 14. BUENO Mariano y otros. The usual materials return [en línea] [fecha de consulta: 04 de octubre de 2019]. Disponibilidad y acceso: https://www.arquitecturaydiseno.es/pasion-eco/nuevos-materiales-siempre_273
 15. REGLAMENTO nacional de edificaciones (Perú). E-080 2019, adobe. Lima:2019. P.3
 16. ASTM. (2005). D422. Estados Unidos
 17. ASTM. (1995). D4318-95^a. Estados Unidos.
 18. Geotecnia Fácil [Mensaje en un blog]. Lima: S.A., (2019). [Fecha de consulta: 09 de octubre de 2019]. Recuperado de: <http://geotecniafacil.com/limites-de-atterberg/>

19. AASHTO M 145. Estados Unidos
20. RÍOS SOTO, Tamy. Concepción y construcción de un dispositivo para medir la conductividad térmica de materiales para edificaciones [en línea]. Tesis de grado. Universidad de Sonora, México, 1996 [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://www.bidi.uson.mx/TesisIndice.aspx?tesis=7609>
21. MONTES PITA, *Thermal engineering [en línea] Muñóz y Rovira. Madrid: UNED. noviembre 2014* [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2019]. ISBN: 978-84-362-6942-0 Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=jiFBQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
22. REGLAMENTO nacional de edificaciones (Perú). E-080 2019, adobe. Lima:2019. Art. 8
23. GERNOT, M. (2005). Manual de construcción en tierra. Alemania: Fin de siglo. pp 26-28
24. CRESPO VILLALAZ, C. (2004). Mecánica de Suelos y Cimentaciones. México: Limusa.
25. Research seminars [en línea]. En: Slide player, presentado y dirigido por: Dr. Jose Supo. [fecha de consulta 15 junio 2020]. Disponible en: <https://slideplayer.es/slide/8956158/>
26. BUENO Mariano y otros. The usual materials return de siempre [en línea] [fecha de consulta: 04 de octubre de 2019]. Disponibilidad y acceso: https://www.arquitecturaydiseno.es/pasion-eco/nuevos-materiales-siempre_273
27. ARTEAGA, Karen. MEDINA y GUTIERREZ. *Compressed earth block as construction material. Revista de ingeniería* [en línea]. Agosto – Noviembre 2011, n°31. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4139/413940770005.pdf> ISSN: 0121-1129
28. Gobierno del Callao. Propiedades mecánicas [en línea] [fecha de consulta: 04 de octubre del 2019]. Disponibilidad: http://contenidosdigitales.ulp.edu.ar/exe/educaciontecnologia/propiedades_mecnicas.html
29. Netzsch proven excellence. SISTEMA de Bibliotecas. DuocUC. 20 de octubre de 2005. Disponible en: [http:// biblioteca.duoc.cl/](http://biblioteca.duoc.cl/) 20 de octubre de 2019.

Disponible en: <https://www.netzsch-thermal-analysis.com/es/footer/legal/pie-editorial/>

30. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación [en línea]. 6ta ed. México: Interamericana Editores, 2014 pg.198. [fecha de consulta 6 noviembre 2019] ISBN: 9781456223960 Disponible en: <https://metodologiaecs.wordpress.com/2016/01/31/libro-metodologia-de-la-investigacion-6ta-edicion-sampieri-pdf/>
31. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación [en línea]. 6ta ed. México: Interamericana Editores, 2014 pg.198. [fecha de consulta 6 noviembre 2019] ISBN: 9781456223960 Disponible en: <https://metodologiaecs.wordpress.com/2016/01/31/libro-metodologia-de-la-investigacion-6ta-edicion-sampieri-pdf/>
32. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación [en línea]. 6ta ed. México: Interamericana Editores, 2014.pg 199 [fecha de consulta 6 noviembre 2019] ISBN: 9781456223960 Disponible en: <https://metodologiaecs.wordpress.com/2016/01/31/libro-metodologia-de-la-investigacion-6ta-edicion-sampieri-pdf/>
33. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación [en línea]. 6ta ed. México: Interamericana Editores, 2014.pg 201 [fecha de consulta 6 noviembre 2019] ISBN: 9781456223960 Disponible en: <https://metodologiaecs.wordpress.com/2016/01/31/libro-metodologia-de-la-investigacion-6ta-edicion-sampieri-pdf/>
34. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación [en línea]. 6ta ed. México: Interamericana Editores, 2014.pg 200[fecha de consulta 6 noviembre 2019] ISBN: 9781456223960 Disponible en: <https://metodologiaecs.wordpress.com/2016/01/31/libro-metodologia-de-la-investigacion-6ta-edicion-sampieri-pdf/>
35. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación [en línea]. 6ta ed. México: Interamericana Editores, 2014.pg 200[fecha de consulta 6 noviembre 2019] ISBN: 9781456223960 Disponible en: <https://metodologiaecs.wordpress.com/2016/01/31/libro-metodologia-de-la-investigacion-6ta-edicion-sampieri-pdf/>

36. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación [en línea]. 6ta ed. México: Interamericana Editores, 2014.pg 200 [fecha de consulta 6 noviembre 2019] ISBN: 9781456223960 Disponible en: <https://metodologiaecs.wordpress.com/2016/01/31/libro-metodologia-de-la-investigacion-6ta-edicion-sampieri-pdf/>
37. ROMERO QUISPE, Edwin. Análisis de suelos arcillosos compactados para determinar su comportamiento volumétrico. Distrito tres de diciembre, año 2015 [en línea]. Tesis de grado. Universidad Nacional del centro del Perú, Huancayo, 2016 [Fecha de consulta: 04 de junio del 2020]
38. QUITENÑO, A. La cal como elemento que mejora la resistencia en la producción del ladrillo de adobe en el departamento de Ahuachapán. Anuario de investigación. Universidad católica de El Salvador. [en línea]. 2015 El Salvador: Vol. 4, pp. 367-374. [fecha de consulta: 03 de octubre de 2019]. ISSN 2227-4235 Disponible en: <http://www.diyys.catolica.edu.sv/wp-content/uploads/2016/06/30CalAnVol4.pdf>
39. MÁRQUEZ Dominguez, Jhazmin Mallory. Estabilización del adobe con adición de viruta de Eucalipto, Chinchá 2018. [en línea]. Tesis (Título de ingeniería civil). Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2018 [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2019].
40. MORALES DOMINGUEZ, Valentín, ORTIZ GUZMAN, Margarito Y ALAVÉZ RAMIREZ, Rafael. Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe compactado. naturaleza y Desarrollo [en línea]. 2007, enero-junio, 5(1). 41-48. [fecha de consulta: 03 de octubre de 2019].ISSN 2007-204X Disponible en: https://www.ciidiroaxaca.ipn.mx/revista/sites/www.ciidiroaxaca.ipn.mx.revista/files/pdf/vol5num1/mejoramiento_propiedades.pdf
41. GONZALES ALDAVE, Elin. Influencia de la fibra del eucalipto en las propiedades mecánicas y térmica del adobe Cajamarquilla-Ocros-Ancash- 2019. [en línea]. Tesis (Título ingeniería civil). Universidad Cesar Vallejo, Perú, [Fecha de consulta: 05 de junio de 2020].

ANEXOS

ANEXO N° 1. Matriz de consistencia

“Elaboración del adobe adicionando cal y fibra de eucalipto para mejorar las propiedades mecánicas y termodinámicas, Chonta-Huancayo, Lima 2020”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>PROBLEMA GENERAL: ¿Cómo influye la elaboración del adobe con adición de cal y fibra de eucalipto para mejorar las propiedades mecánicas y termodinámicas, Chonta-Huancayo, Lima 2020?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Determinar como influye la elaboración del adobe con adición de cal y fibra de eucalipto en la mejora de las propiedades mecánicas y termodinámicas, Chonta-Huancayo, Lima 2020</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL: La elaboración del adobe con adición de cal y fibra de eucalipto influyen en la mejora de las propiedades mecánicas y termodinámicas, Chonta-Huancayo, Lima 2020</p>	<p>ELABORACIÓN DEL ADOBE ADICIONANDO CAL Y FIBRA DE EUCALIPTO</p>	<p>PROPIEDADES FÍSICAS</p>	<p>ANALISIS GRANULOMETRICO</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada Nivel de investigación: Explicativo Enfoque de la investigación: Cuantitativo Diseño de investigación: Experimental - observacional</p>
<p>PROBLEMAS ESPECIFICOS: ¿Cómo influye la elaboración del adobe con adición de cal y fibra de eucalipto para mejorar el comportamiento mecánico, Chonta-Huancayo 2020?</p>	<p>OBJETIVOS ESPECIFICOS Determinar como influye la elaboración del adobe con adición de cal y fibra de eucalipto para mejorar el comportamiento mecánico, Chonta-Huancayo, Lima 2020</p>	<p>HIPOTESIS ESPECIFICAS: La elaboración del adobe con adición de cal y fibra de eucalipto influyen en la mejora del comportamiento mecánico del adobe, Chonta-Huancayo, Lima 2020</p>		<p>TIPO DE SUELO</p>	<p>CLASIFICACION DE LOS SUELOS</p>	
<p>¿Cómo influye la elaboración del adobe con adición de cal y fibra de eucalipto para mejorar el comportamiento térmico, Chonta-Huancayo, Lima 2020?</p>	<p>Determinar como influye la elaboración del adobe con adición de cal y fibra de eucalipto para mejorar el comportamiento térmico, Chonta-Huancayo, Lima 2020</p>	<p>La elaboración del adobe con adición de cal y fibra de eucalipto influyen en la mejora del comportamiento térmico, Chonta-Huancayo, Lima 2020</p>	<p>PROPIEDADES MECANICAS Y TERMODINÁMICAS DEL ADOBE</p>		<p>RESISTENCIA A COMPRESION</p>	
					<p>RESISTENCIA A FLEXION</p>	
					<p>CONTENIDO DE HUMEDAD</p>	
				<p>COMPORTAMIENTO TÉRMODINÁMICO</p>	<p>CONDUCTIVIDAD TERMICA</p>	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 2. Matriz de operacionalización de las variables

“Elaboración del adobe adicionando cal y fibra de eucalipto para mejorar las propiedades mecánicas y termodinámicas, Chonta-Huancayo, Lima 2020”

VARIABLE		DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	
VARIABLE INDEPENDIENTE	ELABORACIÓN DEL ADOBE ADICIONANDO CAL Y FIBRA DE EUCALIPTO	La cal hidráulica, es un material poroso y altamente transpirable que permite un buen intercambio de vapor de agua entre el interior y el exterior, consiguiendo que las paredes “respiren” sin perder las propiedades de aislamiento térmico. (Bueno, Silvestre y Quesada, 2019).	Es el factor que va a influir en el comportamiento termico y mecánico, es por esto que se debe conocer el porcentaje que ocupara del total de la muestra.	PROPIEDADES FÍSICAS	ANALISIS GRANULOMETRICO	- FICHA DE REOCLECCIÓN DE DATOS	
		La fibra de eucalipto ayuda a controlar el comportamiento de contracción o retracción y dilatación durante el fraguado; esto debido a la adherencia del material fibroso a la tierra. (UPTC, 2011 ,p.58).			TIPO DE SUELO		LIMITES ATTERBERG
VARIABLE DEPENDIENTE	PROPIEDADES MECANICAS Y TERMODINÁMICAS DEL ADOBE	El adobe tradicional es un material simple a comparación del adobe estabilizado debido a que este presenta mayor resistencia a la deformación y a la saturación. (RNE, 2019)	Se analizara el valor que obtendran estas variables a causa de los efectos de la variable independiente.	COMPORTAMIENTO MECÁNICO	RESISTENCIA A COMPRESION		- FICHAS TÉCNICAS DE ENSAYOS
					RESISTENCIA A FLEXION		
		Rios (1996, p19) La conductividad térmica de los materiales se puede definir mediante la ecuación de Fourier para la transferencia de calor por conducción		COMPORTAMIENTO TÉRMODINÁMICO	CONTENIDO DE HUMEDAD	CONDUCTIVIDAD TERMICA	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 3.

Salas y Barbero,(2018) en su investigación *“Implementación de tecnologías constructivas con fibras de vegetales que sean sostenibles en contextos de precariedad”* tuvo como **objetivo** definir soluciones de adaptación tecnológica en el uso de las fibras vegetales como material de construcción en contextos de precariedad, utilizando como base del conocimiento las soluciones constructivas locales **tipo** aplicada, la **población** edificaciones constructivas, la **muestra** fue tomada al azar y de forma aleatoria, **instrumentos** encuestas y análisis documental. **Resultado** se estudiaron cuáles eran las fibras vegetales más utilizadas en el sector construcción, que función tienen y su aplicación. Se **concluyó** que las fibras vegetales con las soluciones tecnológicas que se emplean son un recurso muy importante que se debe tener en cuenta al desarrollar elementos constructivos en sectores económicamente inestables, ya que, estos materiales no son caros y están al alcance de la población.

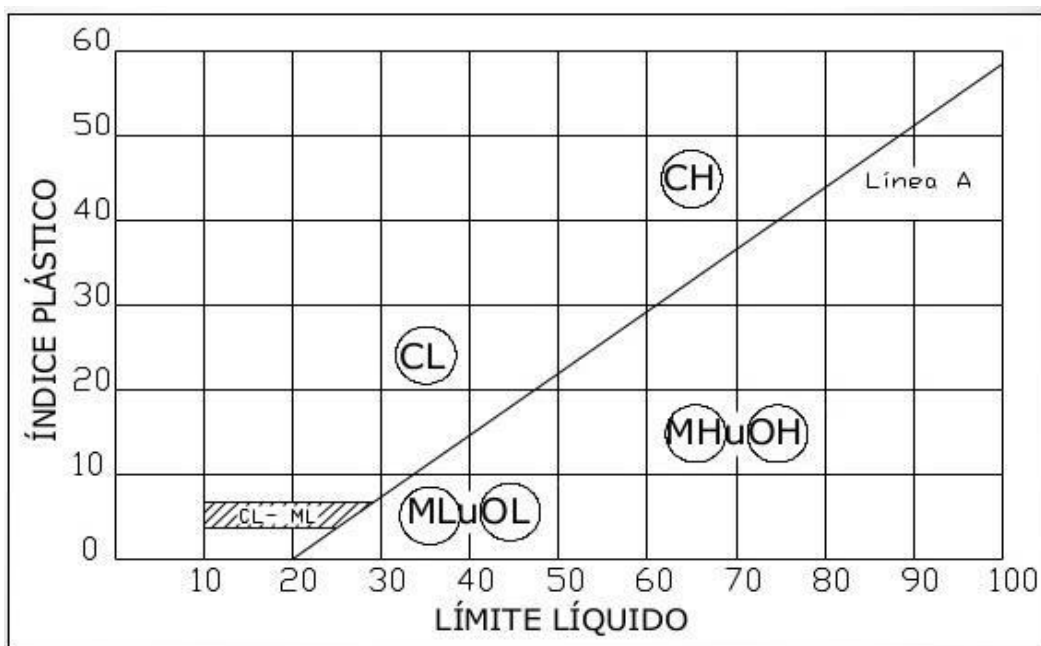
Vasquez, Guzman e Iñique, (México, 2015) en su investigación *“Comparación entre propiedades físicas y mecánicas de adobes tradicionales y BTC estabilizados químicamente”* tuvo como **objetivo** aplicar la estabilización física, mecánica y química a una propuesta para mejorar los bloques de tierra **tipo** aplicada, la **población** todos los bloques de tierra, la **muestra** 25 bloques sin adiciones, 25 bloques con adición de estabilizante químico al 3%. 6% y 10%, los **instrumentos** usados fueron los requeridos según la norma para los ensayos de compresión, absorción por capilaridad y humectación. **Resultados;** respecto a la resistencia a compresión el adobe tradicional tuvo 0.518 Mpa, el adobe prensado 2.031 Mpa, adobe prensado con cáscara de arroz 3% 2.621 Mpa; 6% 2.302 Mpa y 10% 2.849; respecto a la resistencia a absorción el adobe tradicional no resistió al ensayo, el bloque pensado 19%, bloque prensado con 3% cascara de arroz tiene 19%, bloque prensado con 6% cascara de arroz tiene 15% y bloque prensado con 10% cascara de arroz tiene 28%. Se **concluyó** que la compactación con prensa hidráulica genera un aumento en la compresión y absorción. Al adicionar la cascara de arroz se puede concluir que si funciona como material de mejoramiento y optimiza las propiedades del bloque prensado.

ANEXO N° 4.

Arteaga, Medina y Gutiérrez, (Colombia, 2011) en su investigación “**Bloque de tierra comprimida como material constructivo**” tuvo como **objetivo** dar a conocer algunos de los materiales de construcción fabricados con tierra y usados en construcciones ancestrales, como el bloque de tierra comprimido **tipo** aplicada, la **población** todos los bloques de tierra, la **muestra** bloques de tierra de 14 cm x 9.5 m x 29.5 cm y muretes de bloques de tierra comprimida de 30 cm x 14 m x 45 cm, los **instrumentos** usados fueron los requeridos según la norma para los ensayos de compresión del adobe y de muretes y ensayo de resistencia flexión. **Resultados**; del ensayo a compresión simple de los bloques de tierra comprimida se obtiene que, a mayor densidad, mayor es la resistencia, En el ensayo de compresión axial en los muretes, la falla depende de la interacción de los bloques con el mortero; entre más perforaciones tenga el bloque, menor será su resistencia, En el ensayo de compresión diagonal de muretes de bloques de tierra comprimida se dio una falla en los bloques, lo que indica que la resistencia a la tensión de los bloques es menor en relación con la resistencia de adherencia del mortero con el bloque. Se **concluyó** al analizar su resistencia que, al ser comprimido, su fractura no es inmediata; por lo general, el material pierde sus caras y mantiene la geometría. La principal fractura se dirige hacia las esquinas en un plano inclinado, porque se concentran los esfuerzos. Se podría decir que el material es dúctil, ya que su deformación no es de forma brusca y ocurre a medida que se le aplique la carga hasta llegar a la fractura.

ANEXO N° 5.

CARTA DE PLASTICIDAD SUCS



Fuente: ASTM – D2487

Tabla 27. Clasificación de suelos SUCS

SÍMBOLO	Características Generales		
GW	GRAVAS (>50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos < 5%)	Bien graduadas
GP			Pobrementemente graduadas
GM		Con finos (Finos > 12%)	Componente limoso
GC			Componente arcilloso
SW	ARENA (<50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos < 5%)	Bien graduadas
SP			Pobrementemente graduadas
SM		Con finos (Finos > 12%)	Componente limoso
SC			Componente arcilloso
ML	LIMOS	Baja plasticidad (LL<50)	
MH		Alta plasticidad (LL>50)	
CL	ARCILLAS	Baja plasticidad (LL<50)	
CH		Alta plasticidad (LL>50)	
OL	SUELOS ORGÁNICOS	Baja plasticidad (LL<50)	
OH		Alta plasticidad (LL>50)	
PT	TURBA	Suelos altamente orgánicos	

Fuente: ASTM – D2487

ANEXO N° 6.

Tabla 28. Clasificación AASHTO del material granular

Clasificación general	Material Granular (35% o menos del total pasa No.200)						
	A -1		A - 3	A - 2			
	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7
Análisis de tamices (porcentaje que pasa)							
No. 10	50 max.						
No. 40	30 max.	50 máx.	51 min.				
No. 200	15 max.	25 max.	10 max.	35 max.	35 max.	35 max.	35 max.
Características de la fracción que pasa No.40							
Limite líquido				40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
Indice de plasticidad	6 max.		NP	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
Tipos usuales de materiales que consta	Fragmentos pétreos, grava, y arena		Arena fina	Limos o gravas arcillosas y arena			
Valoración general del subgrupo	Excelente a bueno						

Fuente: ASTM – D3282

Tabla 29. Clasificación AASHTO del material fino

Clasificación general	Material limo- arcilloso (más del 35% del total pasa No.200)			
	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 (a) A-7-6 (b)
Grupo de clasificación				
Análisis de tamices (porcentaje que pasa)				
No. 10				
No. 40				
No. 200	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Características de la fracción que pasa No. 40				
Limite líquido	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
Indice de plasticidad	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
Tipos usuales de materiales que consta	Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Valoración general del subgrupo	Regular a pobre			
(a) Para A-7-5, IP < LL - 30				
(b) Para A-7-6, IP > LL - 30				

Fuente: ASTM – D3282

ANEXO N° 7.




Tabla 30. *Características de suelos según AASHTO*

Grupo suelos	Permeabilidad	Elasticidad	Cambio de	Capilaridad	Bases de	Sub bases	Terraplenes	Valoración escala
A-1	--	---	--	-	++	++	--	+++ Sobresaliente
A-2	-	++	+	m	-	M	+	++ Muy alto
A-3	+	-	--	-	+	+	+	+ Alto
A-4	-	+	+-	+++	-	-	+-	m Moderado
A-5	-	M	++	+++	---	-	--	- Deficiente
A-6	---	-	++	++	--	--	-	-- Bajo
A-7	--	M	++	++	--	--	--	--- Muy bajo

Fuente: ASTM – D3282

ANEXO N° 8.



Ficha técnica: “Ensayo de contenido de humedad” Calicata N°3

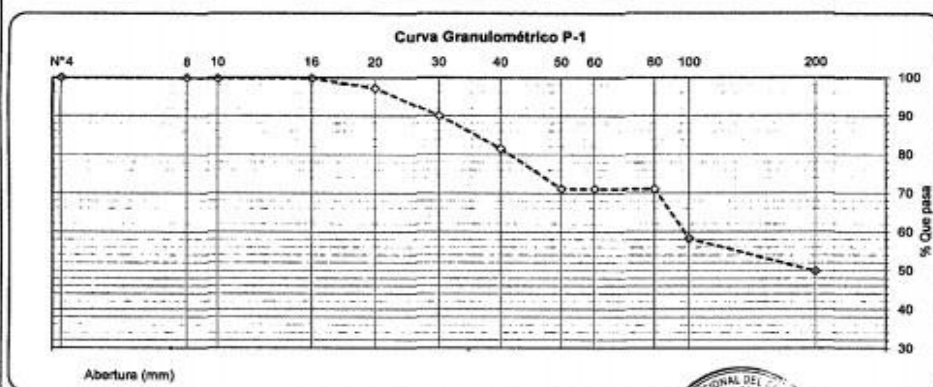
	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL <i>Norma (ASTM D - 2216)</i>		Anexo A.2.1		
Tesis: "Análisis de Suelos Arcillosos Compactados para determinar su Comportamiento Volumétrico"				
Lugar: Tres de Diciembre - Chupaca - Junín		Fecha de muestreo : 11-may.-15		
Muestra: Punto de Muestreo No 01	Altura: 1.5 m	Fecha de ensayo : 11-may.-15		
Progresiva: 10+420 Lado Izquierdo				
DATOS				
N° de Ensayo	Unid.	1	2	Promedio
Tara	N°	5	6	10
Peso de Mat. Húmedo + Tara	gr.	30,0	33,9	37,4
Peso de Mat. Seco + Tara	gr.	28,1	31,8	35,1
Peso de Tara	gr.	16,5	18,2	20,0
Peso de Agua	gr.	1,9	2,1	2,3
Peso Mat. Seco	gr.	11,60	13,6	15,1
Humedad Natural	%	16,4	15,4	15,2
Promedio de Humedad	%			15,7
 Responsable: Ing. Betty M. Condori Quispe				

Fuente: “Análisis de suelos arcillosos compactados para determinar su comportamiento volumétrico distrito tres de diciembre” (37), Romero, 2016

ANEXO N° 9.

Ficha técnica: "Análisis granulométrico por tamizado" Calicata N°1

	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO <i>Norma (ASTM D - 422) (MTC E 107)</i>		Anexo A.2.2				
Tesis: "Análisis de Suelos Arcillosos Compactados para determinar su Comportamiento Volumétrico"						
Lugar:	Tres de Diciembre - Chupaca - Junín	Fecha de muestreo : 11-may.-15				
Muestra:	Punto de Muestreo No 01 Altura: 1.5 m	Fecha de ensayo : 15-may.-15				
Progresiva: 10+420 Lado Izquierdo						
Tabla de Datos						
Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Descripción de la Muestra
Tamiz	mm.					
8"	203,200				100,0	Peso Muestra Total: 75,00 gr. Peso Muestra <3" : 75,00 gr. Fracción Fina <N° 4: 75,00 gr. Datos de la muestra (VIA HUMEDA) Peso Muestra secada al horno : 68,20 gr. Peso Muestra lavada y secada al horno : 65,00 gr.
7"	177,800					
6"	152,400					
5"	127,000					
4"	101,600				100,0	Porcentajes de Arena y Finos % Arena : 50,1 % Finos : 49,9
3"	76,200				100,0	
2 1/2"	63,500		0,0	0,0	100,0	
2"	50,800		0,0	0,0	100,0	
1 1/2"	38,100		0,0	0,0	100,0	
1"	25,400		0,0	0,0	100,0	
3/4"	19,050		0,0	0,0	100,0	
1/2"	12,700		0,0	0,0	100,0	
3/8"	9,525		0,0	0,0	100,0	
No4	4,760	0,00	0,0	0,0	100,00	
10	2,000	0,13	0,20	0,20	99,80	
20	0,840	1,69	2,59	2,79	97,21	
30	0,600	4,67	7,19	9,98	90,02	
40	0,420	5,58	8,58	18,56	81,44	
50	0,300	6,75	10,38	28,94	71,06	
100	0,149	8,30	12,77	41,72	58,28	
200	0,074	5,45	8,38	50,10	49,90	
pasa		32,44	49,90	100	0	



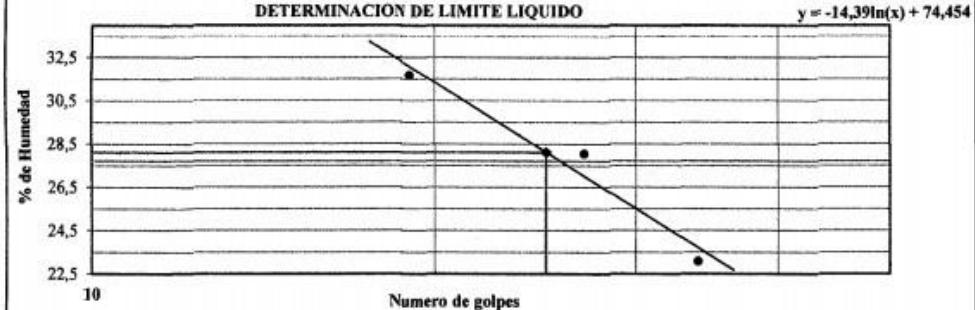


Responsable:
Ing. Betty M. Condori Quispe

Fuente: "Análisis de suelos arcillosos compactados para determinar su comportamiento volumétrico distrito tres de diciembre" (37), Romero, 2016

ANEXO N° 10.

Ficha técnica: "Límites de consistencia (Atterberg)" Calicata N°1

	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL				
LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTERBERG) <i>Norma (ASTM D - 4318)</i>		Anexo A.2.3			
Tesis: : "Análisis de Suelos Arcillosos Compactados para determinar su Comportamiento Volumétrico"					
Lugar: : Tres de Diciembre - Chupaca - Junín		Fecha de muestreo: : 11-may.-15			
Muestra: : Punto de Muestreo No 01	Attura: : 1.5 m	Fecha de ensayo: : 16-may.-15			
Progresiva: : 10+420 Lado Izquierdo					
Límite Líquido ASTM D - 4318 MTC E 110					
Ensayo	Unid.	1	2	3	
N° de Golpes	N°	34	27	19	
Recipiente N°	N°	101	102	10	
Recipiente + Suelo Húmedo	gr.	33,40	36,10	37,30	
Recipiente + Suelo Seco	gr.	31,60	33,80	35,40	
Peso Recipiente	gr.	23,80	25,60	29,40	
Peso Agua	gr.	1,80	2,30	1,90	
Peso Suelo Seco	gr.	7,80	8,20	6,00	
% de Humedad	%	23,08	28,05	31,67	
Límite Plástico ASTM D - 4318 MTC E 111					
Ensayo	Unid.	1	2	3	
Recipiente N°	N°	10	7	9	
Recipiente + Suelo Húmedo	gr.	25,10	29,00	28,50	
Recipiente + Suelo Seco	gr.	23,70	27,10	26,60	
Peso Recipiente	gr.	17,40	18,20	17,90	
Peso Agua	gr.	1,40	1,90	1,90	
Peso Suelo Seco	gr.	6,30	8,90	8,70	
% de Humedad	%	22,22	21,35	21,84	
Límite Líquido	28,10	Límite Plástico	21,80	I. P.	6,30
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO $y = -14,39 \ln(x) + 74,454$					
					



Responsable
Ing. Betty M. Condori Quispe

Fuente: "Análisis de suelos arcillosos compactados para determinar su comportamiento volumétrico distrito tres de diciembre" (37), Romero, 2016

ANEXO N° 11.



Ficha técnica: "Ensayo de contenido de humedad" Calicata N°2

	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL <i>Norma (ASTM D - 2216)</i>		Anexo A.4.1		
Tesis: "Análisis de Suelos Arcillosos Compactados para determinar su Comportamiento Volumétrico"				
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU		N° de Registro: 001		
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		Realizado Por : Tesista		
Lugar: Tres de Diciembre - Chupaca - Junín		Fecha de muestreo : 8-jun.-15		
Muestra: Punto de muestreo No 03 Altura: 1.5 m		Fecha de ensayo : 8-jun.-15		
Progresiva: 10+580 Lado Izquierdo				
DATOS				
N° de Ensayo	Unid.	1	2	3
Tara	N°	104	10	20
Peso de Mat. Húmedo + Tara	gr.	58,5	60,2	60,3
Peso de Mat. Seco + Tara	gr.	51,6	53,3	52,7
Peso de Tara	gr.	16,4	16,1	16,3
Peso de Agua	gr.	6,9	6,9	7,6
Peso Mat. Seco	gr.	35,21	37,2	36,4
Humedad Natural	%	19,6	18,6	20,9
Promedio de Humedad	%	19,7		
 Responsable Ing. Betty M. Condori Quispe				

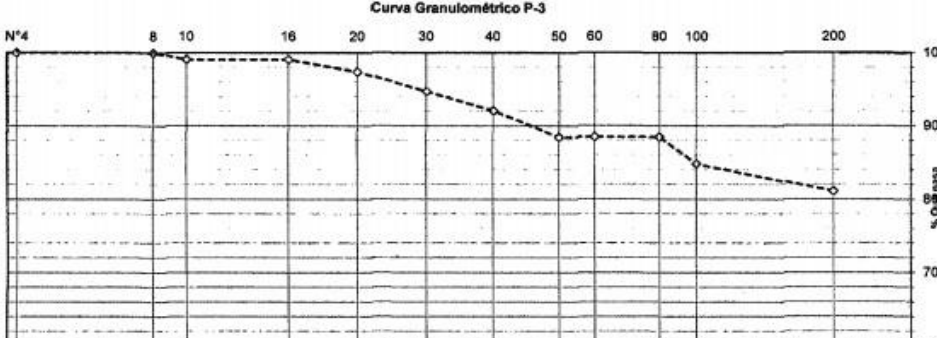
Fuente: "Análisis de suelos arcillosos compactados para determinar su comportamiento volumétrico distrito tres de diciembre" (37), Romero, 2016

ANEXO N° 12.


Ficha técnica: "Análisis granulométrico por tamizado" Calicata N°2

	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO <i>Norma (ASTM D - 422) (MTC E 107)</i>		Anexo A.4.2				
Tesis: "Análisis de Suelos Arcillosos Compactados para determinar su Comportamiento Volumétrico"						
Lugar: Tres de Diciembre - Chupaca - Junín		Fecha de muestreo: 8-jun.-15				
Muestra: Punto de muestreo No 03	Altura: 1.5 m	Fecha de ensayo: 15-jun.-15				
Progresiva: 10+580 Lado Izquierdo						
Malla	Peso	% Retenido	% Retenido	% que	Descripción de la Muestra	
Tamiz	mm.	Retenido	Parcial	Acumulado		Pasa
8"	203,200				100,0	Peso Muestra Total: 74,20 gr.
7"	177,800					Peso Muestra <3" : 74,20 gr.
6"	152,400					Fracción Fina <N° 4: 74,20 gr.
5"	127,000					Datos de la muestra (VÍA HUMEDA)
4"	101,600				100,0	Peso Muestra secada al horno : 69,36 gr.
3"	76,200				100,0	Peso Muestra lavada y secada al horno : 65,00 gr.
2 1/2"	63,500	0,0	0,0	0,0	100,0	
2"	50,600	0,0	0,0	0,0	100,0	
1 1/2"	38,100	0,0	0,0	0,0	100,0	
1"	25,400	0,0	0,0	0,0	100,0	Porcentajes de Arena y Finos
3/4"	19,050	0,0	0,0	0,0	100,0	% Arena : 18,9
1/2"	12,700	0,0	0,0	0,0	100,0	% Finos : 81,1
3/8"	9,525	0,0	0,0	0,0	100,0	
No4	4,760	0,00	0,0	0,0	100,00	
10	2,000	0,62	0,95	0,95	99,05	
20	0,840	1,09	1,67	2,63	97,37	
30	0,600	1,76	2,70	5,33	94,67	
40	0,420	1,72	2,64	7,97	92,03	
50	0,300	2,35	3,61	11,59	88,41	
100	0,149	2,37	3,65	15,24	84,76	
200	0,074	2,41	3,71	18,95	81,05	
fondo		52,68	81,05	100	0	

Curva Granulométrica P-3



Abertura (mm)




Responsable:
Ing. Betty M. Condori Quispe

Fuente: "Análisis de suelos arcillosos compactados para determinar su comportamiento volumétrico distrito tres de diciembre" (37), Romero, 2016

ANEXO N° 13.

Ficha técnica: "Límites de consistencia (Atterberg)" Calicata N°2

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTERBERG) <i>Norma (ASTM D - 4318)</i>		ANEXO A.4.3		
Tesis: : "Análisis de Suelos Arcillosos Compactados para determinar su Comportamiento Volumétrico"				
Lugar: : Tres de Diciembre - Chupaca - Junín		Fecha de muestreo: : 8-jun.-15		
Muestra: : Punto de muestreo No 03		Attura: : 1.5 m		Fecha de ensayo: : 16-jun.-15
Progresiva: : 10+580 Lado Izquierdo				
Límite Líquido ASTM D - 4318 MTC E 110				
Ensayo	Unid.	1	2	3
N° de Golpes	N°	32	28	18
Recipiente N°	N°	7	102	9
Recipiente + Suelo Húmedo	gr.	38,40	31,40	37,50
Recipiente + Suelo Seco	gr.	35,40	28,20	32,90
Peso Recipiente	gr.	26,95	20,20	22,46
Peso Agua	gr.	3,00	3,20	4,60
Peso Suelo Seco	gr.	8,45	8,00	10,44
% de Humedad	%	35,50	40,00	44,06
Límite Plástico ASTM D - 4318 MTC E 111				
Ensayo	Unid.	1	2	3
Recipiente N°	N°	12	15	16
Recipiente + Suelo Húmedo	gr.	33,70	33,60	33,90
Recipiente + Suelo Seco	gr.	33,40	33,25	33,60
Peso Recipiente	gr.	32,10	31,80	32,33
Peso Agua	gr.	0,30	0,35	0,30
Peso Suelo Seco	gr.	1,30	1,45	1,27
% de Humedad	%	23,08	24,14	23,62
Límite Líquido		40,00	Límite Plástico	
			23,61	I. P. 16,39
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO				
$y = -13,45 \ln(x) + 83,297$				
% de Humedad	Numero de golpes			
45,0				
43,0				
41,0				
39,0				
37,0				
35,0				
10				
				
Responsable				
Ing. Betty M. Condori Quispe				

Fuente: "Análisis de suelos arcillosos compactados para determinar su comportamiento volumétrico distrito tres de diciembre" (37), Romero, 2016

ANEXO N° 14.

Ensayo de resistencia a la compresión adobe tradicional

Ensayo de resistencia a la compresión de adobe tradicional																
Referencia		: NTP E 080					Diseño de Mezcla		: I							
Fecha de Elaboración		: 24/08/2016.					N° Especímenes		: 6							
Fecha de Ensayo		: 20/09/2016.					Edad		: 28 días.							
%Cal		: 0%					Presión		: 0 Kg/cm ²							
Probetas	Probeta Fresca						Probeta Endurecida						Ensayo de Compresión			
	Altura (cm)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Volum. (m ³)	Peso (kg)	P.U. (kg/m ³)	Altura (cm)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Volum. (m ³)	Peso (kg)	P.U. (kg/m ³)	Área (cm ²)	Carga Rot. (kg)	F'c - Obt. (kg/cm ²)	Defor. Unit.
P01	10.354	10.275	10.261	0.001092	2.268	2077.607	10.135	10.063	10.045	0.001024	1.672	1632.056	101.083	1395.000	13.801	0.029
P02	10.365	10.293	10.265	0.001095	2.276	2078.270	10.137	10.048	10.049	0.001024	1.671	1632.543	100.972	1410.000	13.964	0.029
P03	10.357	10.284	10.259	0.001093	2.271	2078.337	10.123	10.049	10.035	0.001021	1.667	1633.000	100.842	1440.000	14.280	0.033
P04	10.367	10.279	10.268	0.001094	2.272	2076.436	10.132	10.042	10.051	0.001023	1.668	1631.065	100.932	1445.000	14.317	0.034
P05	10.365	10.291	10.268	0.001095	2.274	2076.241	10.131	10.046	10.051	0.001023	1.669	1631.554	100.972	1395.000	13.816	0.027
P06	10.379	10.298	10.286	0.001099	2.285	2078.330	10.145	10.061	10.055	0.001026	1.676	1633.047	101.163	1450.000	14.333	0.030
Promedios	10.365	10.287	10.268	0.001095	2.274	2077.537	10.134	10.052	10.074	0.001023	1.671	1632.211	100.994	1422.500	14.085	0.030

Fuente: Análisis de la resistencia mecánica del adobe estabilizado con cal y compactado para construcciones ecológicas - económicas en Cajamarca, Cáculos (2017)

ANEXO N° 15.

Ensayo de resistencia a la compresión de adobes estabilizados con 5% de cal y compactados

Ensayo de resistencia a la compresión de adobes estabilizado con 5% de cal y compactado																
Referencia		: NTP. E080					Diseño de Mezcla		: III							
Fecha de Elaboración		: 12/09/2016					N° Especímenes		: 6							
Fecha de Ensayo		: 10/10/2016					Edad		: 28 días.							
%Cal		: 5%					Presión		: 10 kg/cm ²							
Probetas	Probeta Fresca						Probeta Endurecida						Ensayo de Compresión			
	Altura (cm)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Volum. (m ³)	Peso (kg)	P.U. (kg/m ³)	Altura (cm)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Volum. (m ³)	Peso (kg)	P.U. (kg/m ³)	Área (cm ²)	Carga Rot. (kg)	F ^c - Obt. (kg/cm ²)	Defor. Unit.
P1	10.326	10.257	10.225	0.00108	2.310	2133.026	10.234	10.185	10.111	0.00105	1.920	1821.800	102.981	1580	15.343	0.031
P2	10.299	10.223	10.182	0.00107	2.257	2105.354	10.198	10.112	10.090	0.00104	1.874	1801.052	102.030	1570	15.388	0.031
P3	10.335	10.265	10.212	0.00108	2.332	2152.526	10.245	10.187	10.117	0.00106	1.939	1836.402	103.062	1590	15.428	0.031
P4	10.341	10.282	10.219	0.00109	2.352	2164.655	10.255	10.199	10.125	0.00106	1.957	1848.002	103.265	1580	15.300	0.031
P5	10.335	10.276	10.205	0.00108	2.294	2116.634	10.247	10.189	10.122	0.00106	1.899	1796.927	103.133	1595	15.465	0.030
P6	10.322	10.271	10.202	0.00108	2.312	2137.597	10.234	10.182	10.112	0.00105	1.926	1827.851	102.960	1585	15.394	0.030
Promedios	10.326	10.262	10.208	0.00108	2.310	2134.965	10.236	10.176	10.113	0.00105	1.919	1822.006	102.905	1583.333	15.386	0.030

Fuente: Análisis de la resistencia mecánica del adobe estabilizado con cal y compactado para construcciones ecológicas - económicas en Cajamarca, Cáculos (2017)

ANEXO N° 16.

Ensayo de resistencia a la compresión de adobes estabilizados con 10% de cal y compactados

Ensayo de resistencia a la compresión de adobes estabilizados con 10% de cal y compactados																
Referencia		: NTP. E080						Diseño de Mezcla		: IV						
Fecha de Elaboración		: 12/09/2016						N° Especímenes		: 6						
Fecha de Ensayo		: 10/10/2016						Edad		: 28 días.						
%Cal		: 10%						Presión		: 10 kg/cm ²						
Probetas	Probeta Fresca						Probeta Endurecida						Ensayo de Compresión			
	Altura (cm)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Volum. (m ³)	Peso (kg)	P.U. (kg/m ³)	Altura (cm)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Volum. (m ³)	Peso (kg)	P.U. (kg/m ³)	Área (cm ²)	Carga Rot. (kg)	F ^c - Obt. (kg/cm ²)	Defor. Unit.
P1	10.333	10.307	10.223	0.00109	2.395	2199.725	10.245	10.135	10.122	0.00105	1.986	1889.632	102.586	1620.000	15.792	0.032
P2	10.325	10.257	10.239	0.00108	2.385	2199.482	10.224	10.154	10.135	0.00105	1.980	1881.843	102.911	1650.000	16.033	0.032
P3	10.331	10.239	10.201	0.00108	2.375	2201.005	10.211	10.127	10.112	0.00105	1.975	1888.778	102.404	1645.000	16.064	0.032
P4	10.313	10.231	10.213	0.00108	2.369	2198.410	10.209	10.122	10.107	0.00104	1.969	1885.272	102.303	1640.000	16.031	0.033
P5	10.295	10.216	10.212	0.00107	2.355	2192.668	10.197	10.099	10.098	0.00104	1.954	1879.050	101.980	1630.000	15.984	0.032
P6	10.309	10.234	10.217	0.00108	2.367	2195.902	10.203	10.128	10.111	0.00104	1.965	1880.688	102.404	1640.000	16.015	0.032
Promedios	10.318	10.247	10.218	0.00108	2.374	2197.865	10.215	10.128	10.114	0.00105	1.972	1884.211	102.431	1637.500	15.986	0.032

Fuente: Análisis de la resistencia mecánica del adobe estabilizado con cal y compactado para construcciones ecológicas - económicas en Cajamarca, Cáculos (2017)

ANEXO N° 17.

Ensayo de resistencia a la compresión de adobes estabilizados con 15% de cal y compactados

Ensayo de resistencia a la compresión de adobes estabilizados con 15% de cal y compactados																
Referencia : NTP. E080							Diseño de Mezcla : V									
Fecha de Elaboración : 13/09/2016							N° Especímenes : 6									
Fecha de Ensayo : 11/10/2016							Edad : 28 días.									
%Cal : 15%							Presión : 10 kg/cm ²									
Probetas	Probeta Fresca						Probeta Endurecida						Ensayo de Compresión			
	Altura (cm)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Volum. (m ³)	Peso (kg)	P.U. (kg/m ³)	Altura (cm)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Volum. (m ³)	Peso (kg)	P.U. (kg/m ³)	Área (cm ²)	Carga Rot. (kg)	F ^c - Obt. (kg/cm ²)	Defor. Unit.
P1	10.275	10.273	10.234	0.00108	2.410	2230.964	10.156	10.122	10.091	0.00104	1.999	1927.035	102.141	1725.000	16.888	0.034
P2	10.367	10.275	10.245	0.00109	2.445	2240.433	10.212	10.142	10.113	0.00105	2.026	1934.305	102.566	1740.000	16.965	0.036
P3	10.396	10.286	10.271	0.00110	2.452	2232.518	10.256	10.141	10.136	0.00105	2.030	1925.620	102.789	1750.000	17.025	0.034
P4	10.383	10.299	10.295	0.00110	2.461	2235.462	10.225	10.188	10.149	0.00106	2.045	1934.273	103.398	1765.000	17.070	0.034
P5	10.315	10.265	10.253	0.00109	2.422	2230.976	10.195	10.113	10.101	0.00104	2.012	1931.952	102.151	1730.000	16.936	0.033
P6	10.309	10.265	10.237	0.00108	2.455	2266.226	10.186	10.148	10.066	0.00104	2.045	1965.406	102.150	1720.000	16.838	0.035
Promedios	10.341	10.277	10.256	0.00109	2.441	2239.430	10.205	10.142	10.109	0.00105	2.026	1936.432	102.533	1738.333	16.954	0.034

Fuente: Análisis de la resistencia mecánica del adobe estabilizado con cal y compactado para construcciones ecológicas - económicas en Cajamarca, Cáculos (2017)

ANEXO N° 18.

Ensayo de resistencia a la compresión de adobes estabilizados con 20% de cal y compactados

Ensayo de resistencia a la compresión de adobes estabilizados con 20% de cal y compactados																
Referencia : NTP. E080							Diseño de Mezcla : VI									
Fecha de Elaboración : 13/09/2016							N° Especímenes : 6									
Fecha de Ensayo : 11/10/2016							Edad : 28 días.									
%Cal : 20%							Presión : 10 kg/cm ²									
Probetas	Probeta Fresca						Probeta Endurecida						Ensayo de Compresión			
	Altura (cm)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Volum. (m ³)	Peso (kg)	P.U. (kg/m ³)	Altura (cm)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Volum. (m ³)	Peso (kg)	P.U. (kg/m ³)	Área (cm ²)	Carga Rot. (kg)	F ['] c - Obt. (kg/cm ²)	Defor. Unit.
P1	10.342	10.278	10.231	0.00109	2.499	2297.921	10.223	10.181	10.112	0.00105	2.075	1971.570	102.950	1920	18.650	0.036
P2	10.345	10.235	10.229	0.00108	2.487	2296.277	10.255	10.131	10.109	0.00105	2.065	1966.183	102.414	1890	18.454	0.035
P3	10.399	10.259	10.211	0.00109	2.495	2290.370	10.292	10.151	10.108	0.00106	2.072	1962.076	102.606	1900	18.517	0.036
P4	10.325	10.255	10.255	0.00109	2.493	2295.942	10.224	10.152	10.139	0.00105	2.069	1966.043	102.931	1910	18.556	0.037
P5	10.321	10.216	10.201	0.00108	2.472	2298.281	10.210	10.123	10.099	0.00104	2.055	1968.786	102.232	1900	18.585	0.035
P6	10.343	10.335	10.225	0.00109	2.509	2295.516	10.255	10.221	10.116	0.00106	2.085	1966.383	103.396	1930	18.666	0.039
Promedios	10.346	10.263	10.225	0.00109	2.493	2295.718	10.243	10.160	10.114	0.00105	2.070	1966.840	102.755	1908.333	18.572	0.036

Fuente: Análisis de la resistencia mecánica del adobe estabilizado con cal y compactado para construcciones ecológicas - económicas en Cajamarca, Cáculos (2017)

ANEXO N° 19.

Ensayo de resistencia a la flexión de adobes tradicionales

Ensayo de resistencia a la flexión de adobes tradicionales																
Referencia		: NTP E 080					Diseño de Mezcla		: I							
Fecha de Elaboración		: 24/08/2016.					N° Especímenes		: 6							
Fecha de Ensayo		: 20/09/2016.					Edad		: 28 días.							
%Cal		: 0%					Presión		: 0 Kg/cm ²							
Probetas	Probeta Fresca						Probeta Endurecida						Ensayo de resistencia a la flexión			
	Altura (cm)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Volum. (m ³)	Peso (kg)	P.U. (kg/m ³)	Altura (cm)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Volum. (m ³)	Peso (kg)	P.U. (kg/m ³)	Carga Rot. (kg)	Esfuer. Flexión - (kg/cm ²)	Flecha (cm)	
P01	10.398	35.386	20.371	0.00750	15.582	2078.881	10.012	35.018	20.013	0.00702	11.457	1632.851	340	7.631	0.15	
P02	10.388	35.379	20.375	0.00749	15.562	2078.214	10.002	35.001	20.007	0.00700	11.434	1632.484	310	6.970	0.11	
P03	10.379	35.391	20.392	0.00749	15.557	2076.910	10.003	35.013	20.024	0.00701	11.445	1631.944	320	7.190	0.13	
P04	10.396	35.395	20.392	0.00750	15.587	2077.278	10.010	35.017	20.024	0.00702	11.452	1631.614	350	7.854	0.16	
P05	10.397	35.389	20.387	0.00750	15.575	2076.340	10.001	35.011	20.009	0.00701	11.435	1632.160	330	7.423	0.14	
P06	10.389	35.398	20.392	0.00750	15.582	2077.834	10.013	35.025	20.024	0.00702	11.461	1632.034	340	7.627	0.14	
Promedios	10.391	35.390	20.385	0.00750	15.574	2077.576	10.007	35.014	20.017	0.00701	11.447	1632.181	331.667	7.449	0.138	

Fuente: Análisis de la resistencia mecánica del adobe estabilizado con cal y compactado para construcciones ecológicas - económicas en Cajamarca, Cáceres (2017)

ANEXO N° 20.

Ensayo de resistencia a la flexión de adobes tradicionales

Ensayo de resistencia a la flexión de adobes tradicionales															
Referencia		: NTP E 080					Diseño de Mezcla		: I						
Fecha de Elaboración		: 24/08/2016.					N° Especímenes		: 6						
Fecha de Ensayo		: 20/09/2016.					Edad		: 28 días.						
%Cal		: 0%					Presión		: 0 Kg/cm ²						
Probetas	Probeta Fresca						Probeta Endurecida						Ensayo de resistencia a la flexión		
	Altura (cm)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Volum. (m ³)	Peso (kg)	P.U. (kg/m ³)	Altura (cm)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Volum. (m ³)	Peso (kg)	P.U. (kg/m ³)	Carga Rot. (kg)	Esfuer. Flexión - (kg/cm ²)	Flecha (cm)
P01	10.398	35.386	20.371	0.00750	15.582	2078.881	10.012	35.018	20.013	0.00702	11.457	1632.851	340	7.631	0.15
P02	10.388	35.379	20.375	0.00749	15.562	2078.214	10.002	35.001	20.007	0.00700	11.434	1632.484	310	6.970	0.11
P03	10.379	35.391	20.392	0.00749	15.557	2076.910	10.003	35.013	20.024	0.00701	11.445	1631.944	320	7.190	0.13
P04	10.396	35.395	20.392	0.00750	15.587	2077.278	10.010	35.017	20.024	0.00702	11.452	1631.614	350	7.854	0.16
P05	10.397	35.389	20.387	0.00750	15.575	2076.340	10.001	35.011	20.009	0.00701	11.435	1632.160	330	7.423	0.14
P06	10.389	35.398	20.392	0.00750	15.582	2077.834	10.013	35.025	20.024	0.00702	11.461	1632.034	340	7.627	0.14
Promedios	10.391	35.390	20.385	0.00750	15.574	2077.576	10.007	35.014	20.017	0.00701	11.447	1632.181	331.667	7.449	0.138

Fuente: Análisis de la resistencia mecánica del adobe estabilizado con cal y compactado para construcciones ecológicas - económicas en Cajamarca, Cáculos (2017)

ANEXO N° 21.

Ensayo de resistencia a la flexión de adobes estabilizados con 5% de cal y compactado

Ensayo de resistencia a la flexión de adobes estabilizados con 5% de cal y compactados															
Referencia		: NTP. E080					Diseño de Mezcla		: III						
Fecha de Elaboración		: 12/09/2016					N° Especímenes		: 6						
Fecha de Ensayo		: 10/10/2016					Edad		: 28 días.						
%Cal		: 5%					Presión		: 10 kg/cm ²						
Probetas	Probeta Fresca						Probeta Endurecida						Ensayo de resistencia a la flexión		
	Altura (cm)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Volum. (m ³)	Peso (kg)	P.U. (kg/m ³)	Altura (cm)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Volum. (m ³)	Peso (kg)	P.U. (kg/m ³)	Carga Rot. (kg)	Esf. Flexión (kg/cm ²)	Flecha (cm)
P1	10.355	35.256	20.245	0.00739	15.772	2133.958	10.200	35.078	20.096	0.00719	13.098	1821.631	390	8.416	0.17
P2	10.346	35.258	20.267	0.00739	15.801	2137.297	10.191	35.089	20.097	0.00718	13.115	1824.943	350	7.568	0.15
P3	10.367	35.255	20.265	0.00741	15.795	2132.550	10.203	35.075	20.109	0.00719	13.103	1820.768	360	7.758	0.16
P4	10.351	35.271	20.273	0.00740	15.802	2134.981	10.202	35.076	20.098	0.00719	13.105	1822.170	380	8.195	0.18
P5	10.359	35.276	20.271	0.00741	15.812	2134.590	10.204	35.075	20.099	0.00719	13.125	1824.554	370	7.976	0.16
P6	10.354	35.281	20.249	0.00740	15.803	2136.421	10.199	35.076	20.102	0.00719	13.112	1823.316	350	7.551	0.12
Promedios	10.355	35.266	20.262	0.00740	15.798	2134.966	10.200	35.078	20.100	0.00719	13.110	1822.897	366.667	7.911	0.157

Fuente: Análisis de la resistencia mecánica del adobe estabilizado con cal y compactado para construcciones ecológicas - económicas en Cajamarca, Cáculos (2017)

ANEXO N° 22.

Ensayo de resistencia a la flexión de adobes estabilizados con 10% de cal y compactado

Ensayo de resistencia a la flexión de adobes estabilizados con 10% de cal y compactados															
Referencia : NTP. E080						Diseño de Mezcla : IV									
Fecha de Elaboración : 12/09/2016						N° Especímenes : 6									
Fecha de Ensayo : 10/10/2016						Edad : 28 días.									
%Cal : 10%						Presión : 10 kg/cm ²									
Probetas	Probeta Fresca						Probeta Endurecida						Ensayo de resistencia a la flexión		
	Altura (cm)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Volum. (m ³)	Peso (kg)	P.U. (kg/m ³)	Altura (cm)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Volum. (m ³)	Peso (kg)	P.U. (kg/m ³)	Carga Rot. (kg)	Esf. Flexión (kg/cm ²)	Flecha (cm)
P1	10.324	35.255	20.225	0.00736	16.185	2198.647	10.138	35.070	20.056	0.00713	13.442	1885.088	390	8.534	0.13
P2	10.335	35.254	20.236	0.00737	16.199	2197.074	10.149	35.069	20.064	0.00714	13.456	1884.308	400	8.730	0.16
P3	10.329	35.231	20.234	0.00736	16.188	2198.509	10.143	35.046	20.067	0.00713	13.445	1884.836	380	8.296	0.15
P4	10.321	35.235	20.215	0.00735	16.165	2198.902	10.135	35.050	20.043	0.00712	13.415	1884.153	420	9.195	0.17
P5	10.319	35.221	20.221	0.00735	16.155	2198.189	10.133	35.036	20.049	0.00712	13.425	1886.119	390	8.536	0.14
P6	10.321	35.255	20.245	0.00737	16.179	2196.299	10.135	35.070	20.064	0.00713	13.432	1883.491	410	8.973	0.16
Promedios	10.325	35.242	20.229	0.00736	16.179	2197.937	10.139	35.057	20.057	0.00713	13.436	1884.666	398.333	8.711	0.152

Fuente: Análisis de la resistencia mecánica del adobe estabilizado con cal y compactado para construcciones ecológicas - económicas en Cajamarca, Cáculos (2017)

ANEXO N° 23.

Ensayo de resistencia a la flexión de adobes estabilizados con 15% de cal y compactado

Ensayo de resistencia a la flexión de adobes estabilizados con 15% de cal y compactados															
Referencia		: NTP. E080					Diseño de Mezcla		: V						
Fecha de Elaboración		: 13/09/2016					N° Especímenes		: 6						
Fecha de Ensayo		: 11/10/2016					Edad		: 28 días.						
%Cal		: 15%					Presión		: 10 kg/cm ²						
Probetas	Probeta Fresca						Probeta Endurecida						Ensayo de resistencia a la flexión		
	Altura (cm)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Volum. (m ³)	Peso (kg)	P.U. (kg/m ³)	Altura (cm)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Volum. (m ³)	Peso (kg)	P.U. (kg/m ³)	Carga Rot. (kg)	Esf. Flexión. (kg/cm ²)	Flecha (cm)
P1	10.359	35.257	20.271	0.007404	16.595	2241.501	10.112	35.109	20.019	0.007107	13.769	1937.33	410	9.046	0.16
P2	10.365	35.278	20.245	0.007403	16.565	2237.692	10.103	35.102	20.018	0.007099	13.765	1938.98	430	9.502	0.17
P3	10.366	35.281	20.257	0.007408	16.585	2238.661	10.125	35.103	20.009	0.007112	13.780	1937.69	420	9.246	0.18
P4	10.363	35.275	20.265	0.007408	16.575	2237.456	10.119	35.109	20.005	0.007107	13.755	1935.37	390	8.599	0.15
P5	10.364	35.259	20.274	0.007409	16.602	2240.906	10.130	35.092	20.021	0.007117	13.782	1936.46	440	9.667	0.18
P6	10.345	35.266	20.268	0.007394	16.566	2240.372	10.109	35.099	20.025	0.007105	13.756	1936.05	410	9.046	0.15
Promedios	10.360	35.269	20.263	0.007404 3	16.581	2239.431	10.116	35.102	20.016	0.007108	13.768	1936.98	416.667	9.184	0.165

Fuente: Análisis de la resistencia mecánica del adobe estabilizado con cal y compactado para construcciones ecológicas -económicas en Cajamarca, Cáculos (2017)

ANEXO N° 24.

Ensayo de resistencia a la flexión de adobes estabilizados con 20% de cal y compactado

Ensayo de resistencia a la flexión de adobes estabilizados con 20% de cal y compactados															
Referencia		: NTP. E080					Diseño de Mezcla		: VI						
Fecha de Elaboración		: 13/09/2016					N° Especímenes		: 6						
Fecha de Ensayo		: 11/10/2016					Edad		: 28 días.						
%Cal		: 20%					Presión		: 10 kg/cm ²						
Probetas	Probeta Fresca						Probeta Endurecida						Ensayo de resistencia a la flexión		
	Altura (cm)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Volum. (m ³)	Peso (kg)	P.U. (kg/m ³)	Altura (cm)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Volum. (m ³)	Peso (kg)	P.U. (kg/m ³)	Carga Rot. (kg)	Esf. Flexión (kg/cm ²)	Flecha (cm)
P1	10.344	35.276	20.263	0.007394	16.965	2294.469	10.149	35.116	20.103	0.007165	14.085	1965.928	460	10.035	0.18
P2	10.333	35.275	20.256	0.007383	16.957	2296.687	10.152	35.098	20.097	0.007161	14.082	1966.523	420	9.155	0.15
P3	10.356	35.264	20.247	0.007394	16.985	2297.107	10.163	35.109	20.102	0.007173	14.106	1966.637	430	9.353	0.14
P4	10.337	35.265	20.263	0.007387	16.964	2296.604	10.123	35.142	20.114	0.007155	14.079	1967.604	460	10.090	0.19
P5	10.342	35.254	20.268	0.007390	16.954	2294.290	10.133	35.129	20.139	0.007169	14.099	1966.738	470	10.272	0.19
P6	10.356	35.265	20.229	0.007388	16.954	2294.890	10.124	35.134	20.155	0.007169	14.101	1966.923	450	9.846	0.16
Promedios	10.345	35.267	20.254	0.00739	16.963	2295.675	10.141	35.121	20.118	0.00717	14.092	1966.726	448.333	9.792	0.168

Fuente: Análisis de la resistencia mecánica del adobe estabilizado con cal y compactado para construcciones ecológicas - económicas en Cajamarca, Cáculos (2017)

ANEXO N° 25.

Ensayo de absorción de agua del adobe compactado

ENSAYO DE ABSORCIÓN DE ADOBES COMPACTADOS				
Referencia	:	NTP E0.80		
Fecha de Elaboración	:	12/09/2016		
Fecha de Ensayo	:	13/10/2016		
%Cal	:	0%		
Diseño de Mezcla	:	II		
N° Especímenes	:	2		
Presión	:	10 kg/cm ²		
Probetas	Esayo de absorción			
	Peso seco	Peso saturado	Peso de Agua	%Absorción
P1	1.885	2.205	0.320	16.98%
P2	1.875	2.199	0.324	17.28%
Promedios	1.880	2.202	0.322	17.13%

Ensayo de absorción de agua del adobe estabilizado con 5% de cal y compactado

ENSAYO DE ABSORCIÓN DE ADOBES ESTABILIZADOS CON 5% DE CAL Y COMPACTADOS				
Referencia	:	NTP E0.80		
Fecha de Elaboración	:	12/09/2016		
Fecha de Ensayo	:	13/10/2016		
%Cal	:	5%		
Diseño de Mezcla	:	III		
N° Especímenes	:	2		
Presión	:	10 kg/cm ²		
Probetas	Esayo de absorción			
	Peso seco	Peso saturado	Peso de Agua	% Absorción
P1	1.918	2.195	0.277	14.44%
P2	1.921	2.197	0.276	14.37%
Promedios	1.920	2.196	0.277	14.40%

Fuente: Análisis de la resistencia mecánica del adobe estabilizado con cal y compactado para construcciones ecológicas - económicas en Cajamarca, Cáculos (2017)

ANEXO N° 26.

Ensayo de absorción de agua del adobe estabilizado con 10% de cal y compactado

ENSAYO DE ABSORCIÓN DE ADOBES ESTABILIZADOS CON 10% DE CAL Y COMPACTADOS				
Referencia	:	NTP E0.80		
Fecha de Elaboración	:	12/09/2016		
Fecha de Ensayo	:	13/10/2016		
%Cal	:	10%		
Diseño de Mezcla	:	IV		
N° Especímenes	:	2		
Presión	:	10 kg/cm ²		
Probetas	Esayo de absorción			
	Peso seco	Peso saturado	Peso de Agua	% Absorción
P1	1.975	2.249	0.274	13.87%
P2	1.976	2.254	0.278	14.07%
Promedios	1.976	2.252	0.276	13.97%

Ensayo de absorción de agua del adobe estabilizado con 15% de cal y compactado

ENSAYO DE ABSORCIÓN DE ADOBES ESTABILIZADOS CON 15% DE CAL Y COMPACTADOS				
Referencia		NTP E0.80		
Fecha de Elaboración	:	13/09/2016		
Fecha de Ensayo	:	13/10/2016		
%Cal	:	15%		
Diseño de Mezcla	:	V		
N° Especímenes	:	2		
Presión	:	10 kg/cm ²		
Probetas	Esayo de absorción			
	Peso seco	Peso saturado	Peso de Agua	%Absorción
P1	2.025	2.302	0.277	13.68%
P2	2.023	2.299	0.276	13.64%
Promedios	2.024	2.301	0.277	13.66%

Fuente: Análisis de la resistencia mecánica del adobe estabilizado con cal y compactado para construcciones ecológicas - económicas en Cajamarca, Cáculos (2017)

ANEXO N° 27.

Ensayo de absorción de agua del adobe estabilizado con 15% de cal y compactado

ENSAYO DE ABSORCIÓN DE ADOBES ESTABILIZADOS CON 15% DE CAL Y COMPACTADOS				
Referencia	NTP E0.80			
Fecha de Elaboración :	13/09/2016			
Fecha de Ensayo	13/10/2016			
%Cal :	15%			
Diseño de Mezcla :	V			
N° Especímenes :	2			
Presión	10 kg/cm ²			
Probetas	Esayo de absorción			
	Peso seco	Peso saturado	Peso de Agua	%Absorción
P1	2.025	2.302	0.277	13.68%
P2	2.023	2.299	0.276	13.64%
Promedios	2.024	2.301	0.277	13.66%

Fuente: Análisis de la resistencia mecánica del adobe estabilizado con cal y compactado para construcciones ecológicas - económicas en Cajamarca, Cáculos (2017)

Resistencia a compresión del adobe con 0% de fibra de eucalipto

Muestra	Carga de Rotura (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)
1a	17361	28.94
1b	16708	27.85
1c	15842	26.40
1d	16439	27.40
1e	17830	29.72
1f	14995	24.99
Promedio	17084.50	27.55

Fuente: Estabilización del adobe con adición de viruta de eucalipto, Márquez (2018)

ANEXO N° 28.

Resistencia a compresión del adobe con 1.5% de viruta de eucalipto

Muestra	Carga de Rotura (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)
2a	28765	47.94
2b	27149	45.25
2c	27389	45.65
2d	26845	44.74
2e	24931	41.55
2f	27325	45.54
Promedio	27657.00	45.11

Fuente: Estabilización del adobe con adición de viruta de eucalipto, Márquez (2018)

Resistencia a compresión del adobe con 1.5% de viruta de eucalipto

Muestra	Carga de Rotura (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)
2a	28765	47.94
2b	27149	45.25
2c	27389	45.65
2d	26845	44.74
2e	24931	41.55
2f	27325	45.54
Promedio	27657.00	45.11

Fuente: Estabilización del adobe con adición de viruta de eucalipto, Márquez (2018)

Resistencia a compresión del adobe con 3% de viruta de eucalipto

Muestra	Carga de Rotura (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)
3a	23323	38.87
3b	23065	38.44
3c	23737	39.56
3d	28377	47.30
3e	30668	51.11
3f	28446	47.41
Promedio	27807.00	43.78

Fuente: Estabilización del adobe con adición de viruta de eucalipto, Márquez (2018)

ANEXO N° 29.

Resistencia a compresión del adobe con 4.5% de viruta de eucalipto

Muestra	Carga de Rotura (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)
4a	32910	54.85
4b	37476	62.46
4c	32464	54.11
4d	31999	53.33
4e	32840	54.73
4f	30582	50.97
Promedio	33922.50	55.08

Fuente: Estabilización del adobe con adición de viruta de eucalipto, Márquez (2018)

Resistencia a flexión del adobe tradicional

Muestra	Resistencia a flexión
1	8.58
2	6.44
3	8.38
4	8.46
5	8.7
6	7.65
7	8.63
8	8.2
9	6.49
10	8.51
promedio	8.01

Fuente: Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho, Mantilla (2018)

Resistencia a flexión del adobe, adición 2% de viruta

Muestra	Resistencia a flexión
1	8.70
2	9.42
3	8.79
4	8.23
5	5.53
6	8.30
7	8.04
8	6.43
9	8.08
10	9.25
promedio	8.08

Fuente: Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho, Mantilla (2018)

ANEXO N° 30.

Resistencia a flexión del adobe, adición 3% de viruta

Muestra	Resistencia a flexión
1	7.54
2	8.39
3	9.45
4	8.20
5	8.99
6	8.40
7	8.39
8	8.44
9	6.83
10	8.86
promedio	8.35

Fuente: Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho, Mantilla (2018)

Resistencia a flexión del adobe, adición 5% de viruta

Muestra	Resistencia a flexion
1	6.97
2	7.48
3	7.86
4	7.66
5	8.33
6	6.86
7	8.36
8	8.55
9	7.74
10	8.01
promedio	7.78

Fuente: Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho, Mantilla (2018)

Absorción de agua del adobe con adición de 1.5%, 3% y 4.5% de viruta de eucalipto

Muestras	% ABSORCIÓN
Adobe con 0% de adición vegetal	18.98 %
Adobe con 1.5% de viruta de eucalipto	20.78 %
Adobe con 3.0% de viruta de eucalipto	20.92 %
Adobe con 4.5% de viruta de eucalipto	22.62 %

Fuente: Estabilización del adobe con adición de viruta de eucalipto, Márquez (2018)

ANEXO N° 31.

Prueba T – Adobe común y Adobe con fibra de eucalipto secado en techo

Estadísticos de muestras relacionadas

	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Adobe común	25,117	6	,8976	,3664
Par 1 Adobe con 3.5% de fibra de eucalipto	28,267	6	1,1448	,4674

Prueba de muestras relacionadas

	Diferencias relacionadas					T	GI	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Adobe común - Adobe con 3.5% de fibra de eucalipto	-3,15	1,7306	,7065	-4,9662	-1,3338	-4,458	5	,007

Prueba T - Adobe común y Adobe con fibra de eucalipto a las 24h en el refrigerador

Estadísticos de muestras relacionadas

	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Adobe común	9,617	6	,2137	,0872
Par 2 Adobe con 3.5% de fibra de eucalipto	10,717	6	,5565	,2272

ANEXO N° 32.

Prueba de muestras relacionadas

	Diferencias relacionadas					T	GI	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 2 Adobe común - Adobe c/ 3.5% de fibra de eucalipto	-1,10	,6841	,2793	-1,8179	-,3821	-3,939	5	,011

Prueba T - Adobe común y Adobe con fibra de eucalipto a las 48h en el refrigerador

Estadísticos de muestras relacionadas

	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 3 Adobe común	6,383	6	2,0203	,8248
Adobe con 3.5% de fibra de eucalipto	10,400	6	,9612	,3924

Prueba de muestras relacionadas

	Diferencias relacionadas					T	GI	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 3 Adobe común - Adobe con 3.5% de fibra de eucalipto	-4,0167	2,1729	,8871	-6,2970	-1,7363	-4,528	5	,006

ANEXO N° 33.

Prueba T - Adobe común y Adobe con fibra de eucalipto a las 72h en el refrigerador

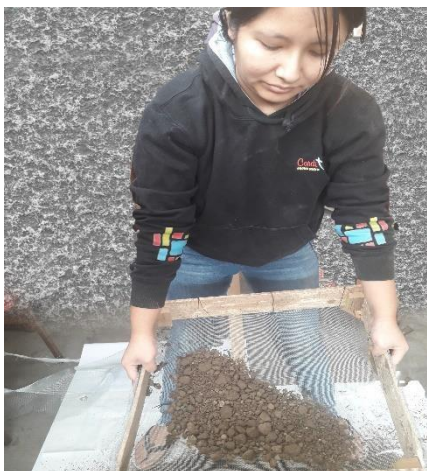
Estadísticos de muestras relacionadas

	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Adobe común	,200	6	1,3236	,5404
Par 4 Adobe con 3.5% de fibra de eucalipto	3,683	6	1,0304	,4206

Prueba de muestras relacionadas

	Diferencias relacionadas					T	Gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 4 Adobe común - Adobe con 3.5% de fibra de eucalipto	-3,4833	1,0420	,4254	-4,5768	-2,3899	-8,189	5	,000

ANEXO N° 34.



Zarandeo de tierra de chacra



Fibra de eucalipto



Formación del adobe tradicional



Barro con 3.5% de fibra



6 muestras de adobe patron
(10x10x10)



Formación de las muestras de adobe
con adición de eucalipto al 3.5%
(10x10x10)



6 muestras de adobe con adición de 3.5% de fibra de eucalipto (10x10x10)



Muestras de adobe común y adobe con fibra de eucalipto después de secado e introducidas al refrigerador.



Temperatura interna del refrigerador.



De esta forma se realizó la toma de medidas de la temperatura antes de introducir al refrigerador y durante las 24H, 48H y 72H