



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Estudio del comportamiento físico mecánico del adobe incorporando
tallo de cebada y cáscara de habas, distrito de Sicuani - 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Ttito Mayhua, Grover Richard (ORCID: 0000-0001-6260-1627)

Ttito Mayhua, Yonn Edwar (ORCID: 0000-0002-3284-3649)

ASESOR:

Mg. ING. Villegas Martinez, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-4926-8556)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

En primer lugar al Señor todo poderoso por dejarme vivir cada día que pasa y darme las fuerzas necesarias para salir adelante y levantarme de cada tropiezo que me da la vida.

Eres la razón de mi constante crecimiento del presente y del futuro, eres mi inspiración de cada día, quiero dedicarte este triunfo que cumplí mi pequeño Gustavo, hijito querido y como olvidar a la mujer que esta día a día junto a mí en los buenos momentos y malos tiempos, ella es mi Esposa Norma.

Grover Richard Ttito Mayhua

La presente tesis se la dedico a mi madre Livia Guillermina, a mi padre Antonio Juan, a mi esposa Elsa, así mismo a mi hermano Grover Richard y a mí cuñada Norma.

A mis sobrinos Gustavo, Nicol, Michael, Lucero y Carlos, que nuestro Dios los acompañara siempre, solo recordarles que ustedes solos forjaran su futuro, con dedicación y esfuerzo podrán cumplir cada uno sus respectivos sueños, recordándoles únicamente que querer es poder.

Así mismo esta tesis también se la dedico a mi patria, en el cual pude concretar este anhelo.

Yonn Edwar Ttito Mayhua

Agradecimiento

Agradezco a mis queridos padres Antonio y Livia, por su tolerancia, paciencia y comprensión y lo valiosos que son para mí.

Agradezco también a la escuela superior Cesar Vallejo, por haberme dado la oportunidad de graduándome y lograr una de mis metas.

Grover Richard Ttito Mayhua

Le agradezco a Dios quien siempre estuvo a mi lado, que con su gran poder me brinda fuerzas para continuar con este tan anhelado sueño.

Gracias a ti mi amor Elsa Huamán, quien después de todo aun permaneces junto a mí alentándome y brindándome fuerzas y por haber elegido estar a mi lado por toda la vida.

Gracias mamita adorada Livia Guillermina quien me dio la vida y todo su amor, por darme la respectivas regañadas cuando me portaba mal, gracias a mi padre Antonio Juan por ser el sostén de mi familia y que nunca me faltó nada, finalmente gracias hermano Grover Richard a quien veo como un ejemplo a seguir.

Quiero también agradecer de manera especial a todos mi amigos, compañeros de aula, que siempre me han estado motivando para seguir con este tan anhelado proyecto.

Yonn Edwar Ttito Mayhua

Índice

| | |
|---|------|
| Dedicatoria | 1 |
| Agradecimiento | iii |
| Índice..... | iv |
| Índice de Tablas | vii |
| Índice de Figuras..... | x |
| Resumen..... | xii |
| Abstract..... | xiii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1 Realidad problemática..... | 1 |
| 1.2 Formulación del problema..... | 2 |
| 1.2.1 Problema general | 2 |
| 1.2.2 Problemas específicos..... | 2 |
| 1.3 Justificación..... | 2 |
| 1.4 Objetivos | 3 |
| 1.4.1 Objetivo general..... | 3 |
| 1.4.2 Objetivos Específicos | 3 |
| 1.5 Hipótesis | 3 |
| 1.5.1 Hipótesis general | 3 |
| 1.5.2 Hipótesis específico | 3 |
| II. MARCO TEÓRICO | 4 |
| 2.1 Antecedentes Nacionales..... | 4 |
| 2.2 Antecedentes Internacionales | 6 |
| 2.3 Teorías relacionadas al tema | 8 |
| 2.3.1 Suelo | 8 |
| 2.3.2 Paja (Stipa Ichu) | 10 |
| 2.3.3 Tallo de Cebada | 10 |
| 2.3.4 Habas (vicia faba)..... | 10 |
| 2.3.5 Agua | 11 |
| 2.3.6 Adobe | 11 |
| 2.3.6.1 Propiedades físicas del adobe | 12 |
| 2.3.6.2 Propiedades Mecánicas del Adobe..... | 13 |
| III. METODOLOGÍA..... | 17 |
| 3.1 Tipo, nivel y diseño de investigación | 17 |

| | | |
|--------|--|----|
| 3.1.1 | Tipo de investigación | 17 |
| 3.1.2 | Nivel de investigación | 17 |
| 3.1.3 | Diseño de investigación | 17 |
| 3.2 | Variables y operacionalización | 17 |
| 3.2.1. | Variable Independiente | 17 |
| 3.2.2. | Variable Dependiente | 17 |
| 3.3 | Población, muestra, muestreo y unidad de análisis | 19 |
| 3.3.1 | Población | 19 |
| 3.3.2 | Muestra | 19 |
| 3.3.3 | Muestreo | 20 |
| 3.3.4 | Unidad de análisis | 20 |
| 3.4 | Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 20 |
| 3.4.1 | Técnicas | 20 |
| 3.4.2 | Instrumentos | 20 |
| 3.5 | Procedimientos | 21 |
| 3.6 | Método de análisis de datos | 44 |
| 3.7 | Aspectos éticos | 45 |
| IV. | RESULTADOS | 46 |
| 4.1 | Unidad de albañilería de adobe tradicional y adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas. | 46 |
| 4.1.1 | Prueba “cinta de barro” | 46 |
| 4.1.2 | Prueba “resistencia seca” | 46 |
| 4.1.3 | Prueba “de la botella” | 46 |
| 4.1.4 | Propiedades físicas del suelo | 47 |
| 4.1.5 | Límites de consistencia | 49 |
| 4.1.6 | Clasificación del suelo de la cantera de Trapiche | 51 |
| 4.1.7 | Desarrollo de resultados de la variación dimensional y volumétrica de las unidades de albañilería de adobe. | 53 |
| 4.1.8 | Desarrollo de resultados de absorción de unidades de albañilería de adobe. | 56 |
| 4.1.9 | Desarrollo de resultados y análisis comparativo de la resistencia a compresión de las unidades de albañilería de adobe. | 57 |
| 4.1.10 | Desarrollo de resultados y análisis comparativo de la resistencia a la flexión de las unidades de albañilería de adobe. | 61 |
| 4.2 | Mortero de barro para adobe tradicional y adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas. | 65 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.2.1 | Desarrollo de resultados y análisis comparativo de la resistencia a compresión del mortero de barro..... | 65 |
| 4.2.2 | Desarrollo de resultados y análisis comparativo de la resistencia a la adherencia del mortero de barro..... | 69 |
| 4.3 | Pilas de adobe tradicional y adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas..... | 73 |
| 4.3.1 | Desarrollo de resultados y análisis comparativo de la resistencia a la compresión axial en pilas de adobe..... | 73 |
| 4.4 | Muretes de adobe tradicional y adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas..... | 78 |
| 4.4.1 | Desarrollo de resultados y análisis comparativo de la resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe..... | 78 |
| V. | DISCUSIÓN..... | 84 |
| VI. | CONCLUSIONES..... | 88 |
| VII. | RECOMENDACIONES | 90 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 91 |
| | ANEXOS | 93 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Resultados de la investigación de Chavez y Quispe (2018) | 4 |
| Tabla 2: Resultados de la investigación de Flores y Limpe (2018) | 5 |
| Tabla 3: Resultados de la investigación de Nieto y Tello (2019)..... | 6 |
| Tabla 4: Resultados de la investigación de Moreno y García (2019)..... | 7 |
| Tabla 5: Resultados de la investigación de Artiaga y Loja (2018)..... | 8 |
| Tabla 6: Operacionalización de variables | 18 |
| Tabla 7: Cantidad de muestras del ensayo..... | 19 |
| Tabla 8: Prueba cinta de barro en las canteras de Chumo y Trapiche | 46 |
| Tabla 9: Prueba de resistencia seca en las canteras de Chumo y Trapiche | 46 |
| Tabla 10: Prueba de la botella en las canteras de Chumo y Trapiche | 47 |
| Tabla 11: Contenido de humedad de la cantera de Trapiche | 47 |
| Tabla 12: Peso específico relativo | 48 |
| Tabla 13: Análisis granulométrico del suelo de la cantera de Trapiche | 48 |
| Tabla 14: Límite líquido del suelo de Trapiche..... | 49 |
| Tabla 15: Límite plástico del suelo de Trapiche | 50 |
| Tabla 16: Resultado de índice de plasticidad | 51 |
| Tabla 17: Sistema de clasificación de suelos por AASHTO..... | 51 |
| Tabla 18: Sistema de clasificación de suelos unificado SUCS. | 52 |
| Tabla 19: Variación dimensional del adobe tradicional con 0.5% de paja (T1) | 53 |
| Tabla 20: Variación volumétrica del adobe tradicional con 0.5% de paja (T1)..... | 53 |
| Tabla 21: Variación dimensional del adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas (T2)..... | 54 |
| Tabla 22: Variación volumétrica del adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas (T2)..... | 54 |
| Tabla 23: Variación dimensional del adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas (T3)..... | 54 |
| Tabla 24: Variación volumétrica del adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas (T3)..... | 55 |
| Tabla 25: Resumen de variación dimensional y volumétrica por tipo de adobe. . | 55 |
| Tabla 26: Resumen de absorción por tipo de adobe. | 56 |
| Tabla 27: Resistencia a compresión del adobe tradicional con 0.5% de paja (T1) | 57 |
| Tabla 28: Resistencia a compresión del adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas (T2)..... | 58 |

| | |
|--|----|
| Tabla 29: Resistencia a compresión del adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas (T3)..... | 59 |
| Tabla 30: Resumen de resistencia promedio a compresión por tipo de adobe ... | 59 |
| Tabla 31: Análisis comparativo de la resistencia a compresión por tipo de adobe con respecto a la Norma E.080 | 60 |
| Tabla 32: Resistencia a la flexión del adobe tradicional con 0.5% de paja (T1) .. | 62 |
| Tabla 33: Resistencia a la flexión del adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas (T2)..... | 62 |
| Tabla 34: Resistencia a la flexión del adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas (T3)..... | 63 |
| Tabla 35: Resumen de resistencia promedio a la flexión por tipo de adobe | 63 |
| Tabla 36: Análisis comparativo de la resistencia a la flexión por tipo de adobe con respecto a la Norma E.080..... | 64 |
| Tabla 37: Resistencia a compresión del mortero tradicional con 0.5% de paja (T1). | 66 |
| Tabla 38: Resistencia a compresión del mortero incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas (T2). | 66 |
| Tabla 39: Resistencia a compresión del mortero incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas (T3). | 67 |
| Tabla 40: Resumen de resistencia promedio a compresión por tipo de mortero . | 67 |
| Tabla 41: Análisis comparativo de la resistencia a compresión por tipo de mortero con respecto a la Norma E.080. | 68 |
| Tabla 42: Resistencia a la adherencia del mortero tradicional con 0.5% de paja (T1). | 70 |
| Tabla 43: Resistencia a la adherencia del mortero incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas (T2). | 70 |
| Tabla 44: Resistencia de adherencia del mortero incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas (T3). | 71 |
| Tabla 45: Resumen de resistencia promedio de adherencia por tipo de mortero. | 71 |
| Tabla 46: Análisis comparativo de la resistencia a la adherencia por tipo de mortero con respecto a la Norma E.080..... | 72 |
| Tabla 47: Resistencia a la compresión axial en pilas de adobe tradicional con 0.5% de paja (T1)..... | 74 |
| Tabla 48: Resistencia a la compresión axial en pilas de adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas (T2). | 74 |
| Tabla 49: Resistencia a la compresión axial en pilas de adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas (T3). | 75 |
| Tabla 50: Resumen de resistencia promedio a compresión axial por tipo de pila. | 76 |

| | |
|--|----|
| Tabla 51: Análisis comparativo de la resistencia a compresión axial por tipo de pilas de adobe con respecto a la Norma E.080..... | 77 |
| Tabla 52: Resistencia a la compresión diagonal del murete de adobe tradicional con 0.5% de paja (T1) | 79 |
| Tabla 53: Resistencia a la compresión diagonal del murete de adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas (T2) | 79 |
| Tabla 54: Resistencia a la compresión diagonal del murete de adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas (T3) | 80 |
| Tabla 55: Resumen de resistencia promedio a compresión diagonal por tipo de murete | 81 |
| Tabla 56: Análisis comparativo de la resistencia a compresión diagonal por tipo de murete de adobe con respecto a la Norma E.080 | 82 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1: Estructura de una semilla de gramínea..... | 11 |
| Figura 2: Muestra con tres unidades de adobe..... | 14 |
| Figura 3: Dimensiones de una pila de adobe..... | 15 |
| Figura 4: Murete sometido a carga diagonal..... | 16 |
| Figura 5: Cinta de barro con la Cantera de Chumo y Trapiche..... | 21 |
| Figura 6: Prueba de resistencia seca - Cantera de Chumo y Trapiche..... | 22 |
| Figura 7: Prueba de la botella (sedimentación) - Cantera de Chumo y Trapiche..... | 23 |
| Figura 8: Ensayo del análisis granulométrico del suelo..... | 24 |
| Figura 9: Ensayo del límite líquido y límite plástico..... | 25 |
| Figura 10: Cantera Trapiche..... | 26 |
| Figura 11: Una carga de paja..... | 27 |
| Figura 12: Tallo de cebada..... | 27 |
| Figura 13: Cáscara de habas..... | 28 |
| Figura 14: Medidas de muestra de la unidad de adobe..... | 28 |
| Figura 15: Pesaje del adobe y paja..... | 29 |
| Figura 16: Cortado de Paja, tallo de cebada y selección de cáscara de habas .. | 30 |
| Figura 17: Preparado del barro..... | 31 |
| Figura 18: Fabricación de adobes..... | 31 |
| Figura 19: Secado de adobes..... | 32 |
| Figura 20: Secado de adobes..... | 33 |
| Figura 21: Producción de cubos de mortero..... | 33 |
| Figura 22: Pilas de adobe para la adherencia del mortero..... | 34 |
| Figura 23: Elaboración de pilas de adobe..... | 35 |
| Figura 24: Elaborado de murete de adobe..... | 35 |
| Figura 25: Elaborado de murete de adobe..... | 36 |
| Figura 26: Ensayo de absorción..... | 37 |
| Figura 27: Ensayo de compresión de la unidad de adobe..... | 38 |
| Figura 28: Ensayo de flexión de la unidad de adobe..... | 39 |
| Figura 29: Ensayo de compresión del mortero de barro..... | 40 |
| Figura 30: Ensayo de adherencia..... | 41 |
| Figura 31: Ensayo de compresión axial en pilas de adobe..... | 42 |
| Figura 32: Ensayo de compresión diagonal en muretes de adobe..... | 44 |

| | |
|--|----|
| Figura 33: Contenido de humedad cantera de Trapiche | 47 |
| Figura 34: Curva granulométrica del suelo de Trapiche | 49 |
| Figura 35: Limite líquido a los 25 golpes | 50 |
| Figura 36: Limite plástico promedio..... | 50 |
| Figura 37: Resumen de variación dimensional por tipo de adobe..... | 55 |
| Figura 38: Resumen de variación volumétrica por tipo de adobe..... | 56 |
| Figura 39: Absorción por tipo de adobe..... | 57 |
| Figura 40: Análisis comparativo de la resistencia a compresión por tipo de adobe con respecto a la Norma E.080 | 60 |
| Figura 41: Análisis comparativo de la resistencia a la flexión por tipo de adobe con respecto a la Norma E.080 | 64 |
| Figura 42: Análisis comparativo de la resistencia a compresión por tipo de mortero con respecto a la Norma E.080..... | 68 |
| Figura 43: Análisis comparativo de la resistencia a la adherencia por tipo de mortero con respecto a la Norma E.080..... | 72 |
| Figura 44: Análisis comparativo de la resistencia a compresión axial por tipo de pilas de adobe con respecto a la Norma E.080..... | 77 |
| Figura 45: Análisis comparativo de la resistencia a compresión diagonal por tipo de murete de adobe con respecto a la Norma E.080. | 82 |

Resumen

La presente tesis de investigación se realizó con el objeto de demostrar, que al elaborar adobes cumpliendo con lo indicado en la Norma E.080 podemos obtener resultados favorables, así como también buscando nuevas alternativas de reforzar la tierra con otras fibras vegetales que reemplacen la paja, ya que en la actualidad en la ciudad de Sicuani la gran parte de viviendas en las zonas rurales son de adobe, estas viviendas se construyen con adobes que han sido elaborados sin ninguna orientación técnica y ningún estudio previo.

En tal sentido en la investigación se determinó la variación de valores físico mecánico de la unidad de albañilería de adobe tradicional incorporando 0.5% de paja, adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas y adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas, para ello se elaboraron muestras de unidades de adobe, para determinar la variación dimensional, absorción, resistencia a la compresión y flexión.

Para complementar lo indicado anteriormente se realizó probetas de mortero, pilas de tres piezas para obtener la resistencia a la compresión y adherencia del mortero, se hizo pilas de unidades de adobe para determinar la resistencia a la compresión axial y finalmente se elaboró muretes de adobe para determinar la resistencia a la compresión diagonal.

Una vez obtenida las muestras se procedió a los ensayos de laboratorio con la finalidad de aceptar o rechazar las hipótesis planteadas.

Finalmente de los resultados obtenidos se concluye que el adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas incremento su resistencia a la compresión en un 143.73%, la resistencia a la flexión incrementó 597.21%, la resistencia a la compresión axial en pilas de adobe incrementó 45.55% y la resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe incrementó 312.54%, todas ellas con respecto a la Norma E.080, dejando constancia que al elaborar adobes de acuerdo a lo indicado en la Norma E.080 se obtiene buenos resultados, así como también la incorporación del tallo de cebada y cáscara de habas es una buena alternativa para reemplazar la paja.

Palabras clave: Incorporación, Adobe, Tallo de Cebada y Cáscara de habas.

Abstract

This research thesis was carried out in order to demonstrate that by making adobes complying with the provisions of Standard E.080 we can obtain favorable results, as well as looking for new alternatives to reinforce the earth with other vegetable fibers that replace straw. Since at present in the city of Sicuani most of the houses in rural areas are made of adobe, these houses are built with adobe that have been made without any technical guidance and no prior study.

In this sense, the research determined the variation of physical-mechanical values of the traditional adobe masonry unit incorporating 0.5% straw, adobe incorporating 0.5% barley stem plus 0.5% bean peel and adobe incorporating 0.5% barley stem plus 1.0% bean peel, for this, samples of adobe units were elaborated, to determine the dimensional variation, absorption, resistance to compression and bending.

To complement the aforementioned, mortar specimens, piles of three pieces were made to obtain the resistance to compression and adherence of the mortar, piles of adobe units were made to determine the resistance to axial compression and finally adobe walls were made to determine the diagonal compressive strength.

Once the samples were obtained, laboratory tests were carried out in order to accept or reject the hypotheses raised.

Finally, from the results obtained, it is concluded that the adobe incorporating 0.5% barley stem plus 0.5% bean peel increased its compressive strength by 143.73%, the flexural strength increased 597.21%, the resistance to axial compression in piles of adobe increased 45.55% and the resistance to diagonal compression in adobe walls increased 312.54%, all of them with respect to the E.080 standard, stating that when making adobes according to what is indicated in the E.080 standard is obtained good results, as well as the incorporation of barley stem and bean husk is a good alternative to replace straw.

Keywords: Incorporation, Adobe, Barley Stalk and Broad bean shell.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

En la ciudad de Sicuani en la actualidad en gran parte de las zonas rurales se continúan realizando construcciones de viviendas de adobe, esto por diversos factores como por ejemplo, el bajo costo que representa la construcción de viviendas con adobe o también porque una vivienda de adobe posee buenas propiedades térmicas y acústicas, por esta razón para muchos, la elaboración de adobes es una alternativa de ingresos económicos, especialmente para el poblador de la zona rural, muchas personas se dedican al negocio de venta de adobes otras simplemente realizan los adobes por prestación de servicios para aquella persona que quiera realizar su vivienda de adobe.

Sin embargo también se ve que estas personas que se dedican a este oficio de elaboración de adobes simplemente fabrican adobes empíricamente o por experiencias que van pasando generación tras generación sin la suficiente orientación técnica, sin ningún estudio previo y principalmente sin ningún control de calidad de adobe que respeten lo establecido en la Norma técnica E.080.

Adicionalmente en la ciudad de Sicuani se observa que generalmente a estos adobes se adicionan paja para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas, y esto está bien puesto que en muchos estudios se determinó que la adición de paja aumenta considerablemente estas propiedades, inclusive superando por mucho lo establecido en la Norma E.080, pero en la actualidad la complejidad de conseguir este material y el elevado costo que presenta hace que las unidades de albañilería aumente considerablemente su precio.

Por esta razón buscando nuevas alternativas más económicas y de fácil adquisición, en esta investigación se propone la incorporación de tallo de cebada y cáscara de habas, en vista que varias investigaciones se vio que la incorporación de fibra vegetal aumenta el comportamiento físico y comportamiento mecánico del adobe.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿De qué manera incorporando tallo de cebada y cáscara de habas mejorará el comportamiento físico mecánico del adobe en el distrito de Sicuani 2021?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuánto será la variación de valores físico mecánico de la unidad de albañilería de adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas?
- ¿Cuánto será la variación de valores mecánico del mortero incorporando tallo de cebada y cáscara de habas?
- ¿Cuánto será la variación de valores en la resistencia a la compresión axial de pilas de adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas?
- ¿Cuánto será la variación de valores en la resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas?

1.3 Justificación

En el Perú afortunadamente desde hace algunos años se va dando importancia a la fabricación de adobes, esto se evidencia con la publicación de la Norma E.080 en el año 2006, en la cual se ve una iniciativa de mejorar la fabricación de unidades de albañilería de adobe, ahora más con la actualización de esta Norma en el 2017, y seguramente se seguirá mejorando con el pasar de los años.

También es muy importante buscar nuevas alternativas de adición de fibras vegetales que posean similares características a la fibra de paja, con la finalidad de reducir costos al momento de la elaboración de unidades de albañilería de adobe.

En Sicuani existen dos fibras vegetales que no tienen un uso definido, estas fibras son el tallo de cebada y la cáscara de habas, al primero no se le da ningún valor agregado porque lo más importante es el grano y en cuanto a la cáscara de habas es una fibra que es ampliamente devaluada ya que las señoras que producen estas fibras a través del pelado de habas secas para luego venderlas a un precio más alto, simplemente lo desechan o se lo dan de alimento a los bovinos y/o ovinos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Comparar el comportamiento físico mecánico del adobe incorporando tallo de cebada y cascara de habas con respecto a la Norma E.080 en el distrito de Sicuani 2021.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar la variación de valores físico mecánico de la unidad de albañilería de adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas.
- Determinar la variación de valores mecánicos del mortero incorporando tallo de cebada y cáscara de habas.
- Determinar la variación de valores en la resistencia a la compresión axial de pilas de adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas.
- Determinar la variación de valores en la resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

Mejorará el comportamiento físico mecánico del adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas con respecto a la Norma E.080, en el distrito de Sicuani 2021.

1.5.2 Hipótesis específico

- Al incorporar tallo de cebada y cáscara de habas mejorará los valores físico mecánicos de la unidad de albañilería de adobe con respecto a la Norma E.080.
- Al incorporar tallo de cebada y cáscara de habas mejorará los valores mecánicos del mortero con respecto a la Norma E.080.
- Al incorporar tallo de cebada y cáscara de habas mejorará los valores de la resistencia a la compresión axial de pilas de adobe con respecto a la Norma E.080.
- Al incorporar tallo de cebada y cáscara de habas mejorará los valores de la resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe con respecto a la Norma E.080.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Nacionales

La presente investigación nos muestra la estabilización de unidades de albañilería de adobe, adicionando botellas de plástico en 2%, 5% y 7%, y finalmente comparando los resultados obtenidos de la resistencia de compresión en unidades de adobe, resistencia a la compresión axial en mampostería de pilas de adobe, resistencia de compresión diagonal en la mampostería de adobe conformadas por 6 adobes, resistencia de compresión del mortero de barro y la resistencia de adherencia del mortero de barro con respecto a la Norma E.080, teniendo resultados superiores a la Norma E.080, Así también recomienda utilizar el plástico en 5 %, ya que presenta mejor comportamiento físico mecánico, como podemos observar en la tabla 01 (CHAVEZ PAREJA, y otros, 2018).

Tabla 1: Resultados de la investigación de Chavez y Quispe (2018)

| DESCRIPCION (Tipo de Adobe) | RESISTENCIA DE COMPRESION DEL ADOBE (E.080 = 10.20 Kg/cm ²) | RESISTENCIA DE COMPRESION AXIAL EN PILAS (E.080 = 6.12 Kg/cm ²) | RESISTENCIA DE COMPRESION DIAGONAL EN MURETES (E.080 = 0.25 Kg/cm ²) | RESISTENCIA DE COMPRESION DEL MORTERO (E.080 = 10.20 Kg/cm ²) | RESISTENCIA A LA ADHERENCIA DEL MORTERO (E.080 = 0.12 Kg/cm ²) |
|-----------------------------------|--|--|--|---|--|
| T1 | 23.65 | 16.13 | 1.75 | 69.01 | 0.24 |
| T2 | 24.02 | 14.81 | 1.69 | 63.99 | 0.21 |
| T3 | 24.84 | 16.37 | 1.83 | 70.24 | 0.27 |
| T4 | 27.29 | 16.59 | 1.88 | 76.39 | 0.30 |
| T5 | 25.89 | 16.34 | 1.81 | 72.67 | 0.26 |

Fuente: Elaboración Propia

T1 = Adobe tradicional con tierra de San Jerónimo al 2% de paja.

T2 = Adobe tradicional con tierra de San Sebastián al 2% de paja.

T3 = Adobe con tierra de San Jerónimo - Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas.

T4 = Adobe con tierra de San Jerónimo - Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas.

T5 = Variabilidad de dimensiones del adobe con tierra de San Jerónimo - Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas.

En su tesis de investigación buscaron estabilizar un adobe tradicional elaborado en la ciudad de cusco, para lo cual realizaron 02 muestras de adobes tradicionales los cuales estaban dosificados con 0.20% y 0.35% en relación al peso seco de la fibra y del suelo, también realizaron los estudios con la siguiente dosificación, 0.20% de paja más 0.05% fibra de maguey, 0.20% paja más 0.15% fibra de maguey y finalmente 0.20% paja más 0.20% fibra de maguey, obteniendo así unos resultados los cuales fueron interpretados con el reglamento nacional de edificación E.080, a continuación se presenta en la tabla 02, un comparativo de los resultados (FLORES LEON, y otros, 2018).

Tabla 2: Resultados de la investigación de Flores y Limpe (2018)

| ENSAYO | RESULTADOS DE LA TESIS | | | | | NORMA E-080 (kg/cm ²) |
|--|------------------------|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| | 0.35% PAJA | 0.20% PAJA | 0.20% P. + 0.05% F.M. | 0.20%P. + 0.15% F. M. | 0.20%P. + 0.20% F. M. | |
| VARIACIÓN DIMENSIONAL LARGO PROMEDIO (%) | 2.95 | 3.00 | 2.53 | 2.60 | 2.55 | -- |
| VARIACIÓN DIMENSIONAL ANCHO PROMEDIO (%) | 2.55 | 2.21 | 2.02 | 2.45 | 2.84 | -- |
| VARIACIÓN DIMENSIONAL ALTURA PROMEDIO (%) | 0.62 | 0.62 | 0.49 | 0.56 | 0.76 | -- |
| VARIACIÓN VOLUMÉTRICA PROMEDIO (%) | 5.69 | 5.67 | 4.90 | 4.59 | 5.25 | -- |
| ABSORCIÓN PROMEDIO (%) | - | - | - | - | - | -- |
| RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE (kg/cm ²) | 5.44 | 4.68 | 5.41 | 6.01 | 6.18 | 10.20 |
| RESISTENCIA PROMEDIO A LA TRACCIÓN POR FLEXIÓN (kg/cm ²) | 5.71 | 4.85 | 5.18 | 5.81 | 6.45 | 0.12 |
| RESISTENCIA PROMEDIO A COMPRESIÓN DEL MORTERO (kg/cm ²) | 5.15 | 4.61 | 4.61 | 6.70 | 7.80 | 10.20 |
| ADHERENCIA PROMEDIO DEL MORTERO (kg/cm ²) | 0.39 | 0.22 | 0.45 | 0.33 | 0.42 | 0.12 |
| RESISTENCIA PROMEDIO A COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²) | 8.56 | 8.11 | 8.11 | 8.95 | 9.07 | 6.12 |
| RESISTENCIA PROMEDIO A COMPRESIÓN DIAGONAL (kg/cm ²) | 0.43 | 0.40 | 0.40 | 0.48 | 0.55 | 0.25 |

Fuente: Elaboración propia

En esta tesis de investigación busca estabilizar el adobe a través de la utilización de mucilago de penca de tuna, como también mejorar las propiedades físicas del adobe, para lo cual realizaron 01 muestra de adobe tradicional aproximadamente con 0.18% de paja en relación al peso seco de la fibra y peso seco del suelo, también realizaron 05 muestras de adobe con proporciones distintas de mucilago de penca de tuna en relación entre peso de trozos de penca de tuna con respecto a la cantidad de litros de agua, los cuales son 8.5% kg/l, 11.30% kg/l, 13.00% kg/l, 18.00% kg/l y 20.50% kg/l, obteniendo así unos resultados los cuales fueron interpretados con el reglamento nacional de edificación E.080, a continuación se presenta un comparativo de los resultados, ver tabla 03.

De los resultados se deduce que al incrementar mucilago de penca de tuna al adobe mejora sus propiedades físicas, se sugiere que, para próximas investigaciones, se opte por realizar adobes incorporados con mucilago de penca de tuna extraída de manera distinta a lo mencionado en esta investigación, para posteriormente realizar ensayos a la unidad y pilas de adobes y finalmente comparar resultados. Entre los métodos de extracción diferente de mucilago de nopal se tiene la extracción con solventes, la extracción por ultrafiltración, extracción acuosa, extracción por calentamiento, entre otras (NIETO PALOMINO, y otros, 2019).

Tabla 3: Resultados de la investigación de Nieto y Tello (2019)

| ENSAYO | RESULTADOS DE LA TESIS | | | | | | NORMA E-080 (kg/cm ²) |
|--|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| | 0.18% paja | 0.18% paja + 20.5% tuna | 0.18% paja + 18.0% tuna | 0.18% paja + 13.0% tuna | 0.18% paja + 11.30% tuna | 0.18% paja + 8.5% tuna | |
| ABSORCIÓN PROMEDIO (%) | - | 10.99 % | 11.43 % | 11.04 % | 11.9 % | 12.65 % | -- |
| RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE (kg/cm ²) | 18.83 | 23.30 | 25.20 | 20.65 | 19.91 | 17.87 | 10.20 |
| RESISTENCIA PROMEDIO A LA TRACCIÓN POR FLEXIÓN (kg/cm ²) | 17.58 | 17.62 | 17.61 | 17.60 | 17.59 | 17.59 | 0.12 |
| RESISTENCIA PROMEDIO A COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²) | 12.41 | 14.78 | 16.75 | - | - | - | 6.12 |

Fuente: Elaboración propia.

2.2 Antecedentes Internacionales

En esta tesis se busca apoyar con los aportes de investigación al proyecto del barrio “el Pantanal”, coordinando con la U.N.I, Recinto Universitario Simón Bolívar, Managua, Nicaragua – 2019 y con el apoyo de la Agencia Suiza,

realizando desde un enfoque participativo interdisciplinario, dando prioridad la utilización de fibras naturales como el bambú que se extraen fácilmente de forma manual para el uso como estabilizante en la elaboración del adobe, con lo cual se obtuvieron resultados favorables en sus propiedades de resistencia a la compresión simple, teniendo resultados superiores con respecto a la Norma Peruana E.080, como se muestra en la Tabla 04. En el prototipo de adobe mejorado n° 01 se le adiciono 18 % de fibra de bambú y el prototipo de adobe mejorado n° 02 se le adiciono 25 % de fibra de bambú. (MORENO P., y otros, 2019).

Tabla 4: Resultados de la investigación de Moreno y García (2019)

| Pruebas | Mezcla 1 | Mezcla 2 | Suelo natural (tierra arcillosa) | Talpuja |
|---|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Granulometría | Grava: 1%, Arena: 58%, Finos: 40 | Grava: 1%, Arena: 61%, Finos: 38 | Grava: 3%, Arena: 41%, Finos: 56% | Grava: 3%, Arena: 58%, Finos: 40% |
| Límite líquido | 27 | 28 | 30 | - |
| Límite Plástico | 20 | 20 | 15 | - |
| Índice de plasticidad | 8 | 8 | 15 | NP |
| Clasificación | CL | CL | CL | SM |
| Descripción | Arcilla de plasticidad baja | Arcilla de plasticidad baja | Arcilla de plasticidad baja | Arena limo-arcillosa |
| Resistencia a la compresión seco (kgf/cm ²) | 11.10 - 12.20 | 11.5 - 15.62 | | |

Fuente: Moreno y García, 2019

En la presente tesis de maestría el autor, busca estabilizar adobes con un suelo que presenta un contenido de humedad óptima de 15.90%, 20% de limos y arcillas, 33% de arenas y 24% de gravas, a este suelo se le incorporo fibra de agave, realizando 5 muestras con fibras de dimensiones de 10 mm., 15 mm., 20 mm. y 25 mm. con una proporción de 0.25%, 0.50%, 0.75%, y 1% en relación al peso del adobe, en esta tesis básicamente se determinó la resistencia por flexión y resistencia por compresión de una unidad de albañilería de adobe. Finalmente determinando que la muestra con fibra 25 mm. de longitud y una proporción de 1% se obtiene mejores resultados en cuando al análisis de compresión del adobe (MONTES B., 2009).

Esta investigación se realizó con emulsión asfáltica como estabilizador en 2.50%, 5.00%, 7.50% y 10.00%, mejorando la resistencia a la compresión, flexión y absorción con respecto al adobe habitual (ARTEAGA P., y otros, 2018), ver tabla 05.

Tabla 5: Resultados de la investigación de Artiaga y Loja (2018)

| DESCRIPCION | TIPO DE ADOBE | DIAS DE SECADO (Días) | RESULTADOS (Kg/cm2) |
|---|---------------|-----------------------|---------------------|
| Resistencia a la compresión de adobes tradicionales (Sinincay) | T1 | 28 | 12.74 |
| | | 45 | 27.17 |
| Resistencia a la compresión BTC (Baños) | T2 | 28 | 45.90 |
| Resistencia a la compresión Adobes tradicionales estabilizados (Sinincay) | T3=2.50% A | 28 | 12.40 |
| | T4=5.00% A | | 13.35 |
| | T5=7.50% A | | 15.28 |
| | T6=10.00% A | | 20.68 |
| Resistencia a la compresión BTC estabilizados (Baños) | T3=2.50% A | 28 | 14.70 |
| | T4=5.00% A | | 15.59 |
| | T5=7.50% A | | 15.83 |
| | T6=10.00% A | | 16.63 |

Fuente: Artiaga y Loja, 2018

Como resultado final obtenido de los ensayos se concluye que el adobe tradicional y adobe estabilizado con asfalto en 2.50 %, 5.00 %, 7.50 % y 10.00 % de la cantera Sinincay y Baños obtuvieron resultados favorables con respecto a la Norma Peruana E.080 con resistencia mínima de 10.20 Kg/cm2.

2.3 Teorías relacionadas al tema

2.3.1 Suelo

La materia que se sitúa en los mantos superficiales de la corteza del planeta tierra, donde el reino animal y vegetal cumple con el proceso de nacer, crecer, reproducir y morir. Así también forma parte de la desintegración de los materiales gruesos (rocas), producto de los fenómenos naturales y cambios que se dan por parte de los seres vivos (DIEGO A., 2013).

a) Contenido humedad

Es el porcentaje de agua que conserva un suelo en su estado natural (MTC 1495, 2001).

b) Peso específico Relativo

Es la proporción que tiene un material sólido pesado en aire con respecto al mismo volumen de agua destilada pesado en aire a la misma temperatura.

(NTP 339.131, 1999 pág. 2)

c) Granulometría.- Es una propiedad mecánica que obedecen directamente de la repartición de partículas que son componentes del suelo según sus tamaños (JUAREZ, y otros, 1968).

La granulometría como la repartición de masas de suelo en distintos tamaños o partículas computados en porcentajes (NTP 339.128, 1999).

d) Límite de Consistencia.- Albert Atterberg define los límites de consistencia en seis tipos, como primero son los suelos de granos finos: límite de pegajosidad, límite superior de flujo viscoso, límite líquido, límite plástico, límite de cohesión y límite de contracción. Para este tipo de investigación frecuentemente son usados el límite líquido, límite plástico, y pocas veces el límite de contracción (NTP 339.129, 1999).

- **Límite líquido.-** Es la cantidad de humedad de un suelo indicado en porcentaje al someterlo para su secado en el horno, cuando se encuentra entre el estado plástico y el estado líquido (JUAREZ, y otros, 1968).
Con el ensayo de Casagrande se determina el porcentaje de contenido de humedad óptimo (NTP 339.129, 1999).
- **Límite plástico.-** Es la humedad más baja del suelo para que esta pueda formar barritas de masa de suelo tipo hilo en unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, manualmente en una superficie plana, sin que dichas barritas se destruyan (JUAREZ, y otros, 1968).
- **Índice de plasticidad.-** Es cuando el suelo se comporta plásticamente con una determinada porción de agua. Su expresión numérica es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico (NTP 339.129, 1999).

2.3.2 Paja (Stipa Ichu)

Es un pasto natural que se utiliza como alimento para los animales en las zonas alto andinas de la región de cusco, como también generalmente se utiliza como insumo principal para la elaboración de adobes y construcción de viviendas en algunas zonas urbanas y en su mayoría en las zonas rurales (RIVERA T., 2018 pág. 23).

2.3.3 Tallo de Cebada

La cebada (*Hordeum Vulgare L.*) es una especie tolerante a distintos cambios abióticos que tiene un ciclo de desarrollo limitadamente corto. Por lo que tiene una característica apropiada que pueda cultivarse en condiciones ambientales que no son adecuados para otros cultivos (MUÑOZ, 2007).

El tallo de cebada se identifican por ser de estructura recta aproximadamente de 0.30 a 2 m, tiene forma cilíndrica con nudos sólidos de 7 a 8 cm entre si y contextura suave. Al tallo se le conoce como macollos, cada macollo origina una espiga, la cantidad de macollos obedece a las condiciones ambientales y de las prácticas culturales en cada lugar de origen (LEÓN, 2010).

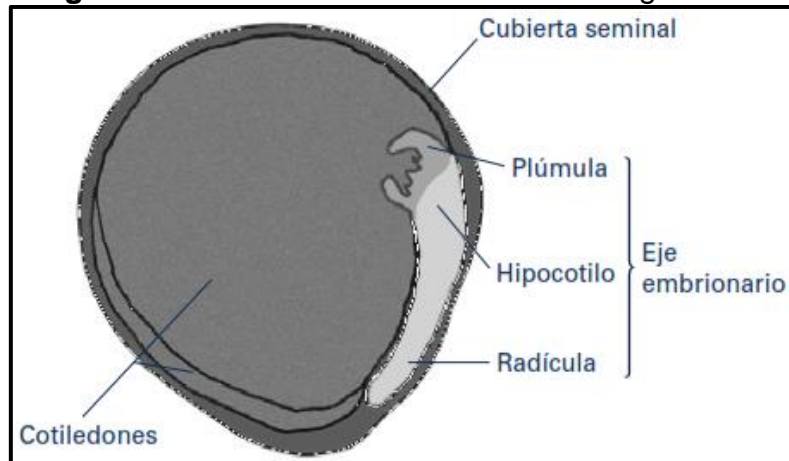
2.3.4 Habas (vicia faba)

Se desconoce el origen del haba (*Vicia faba*). Según algunos autores, es una casta nativa del Suroeste de Asia, no obstante otros piensan que es del Nordeste de África, por lo que se concluye la procedencia de Oriente próximo (GOYOAGA J., 2005).

La cáscara de habas o cubierta seminal, tiene como fin trabajar como un sumidero temporal, que acumula tanto proteínas como almidones antes de que el embrión inicie con la acumulación de sustancias.

A continuación de muestra en la figura 01 la estructura del habas.

Figura 1: Estructura de una semilla de gramínea



Fuente: (Dr. G. Leubner Metzger y N. López, del Grupo de AJ. Matilla, 2013).

2.3.5 Agua

El agua compone un elemento necesario en la producción del adobe y mortero. El agua tendrá que ser limpia y libre de partículas impuras (disueltas o en suspensión). Si se utilizan agua de pantanos, ríos y lagos o mar deberán ser analizadas previamente para poder conocer sus contenidos de impurezas y sales (CALDERÓN, 2013).

2.3.6 Adobe

Es un bloque sólido de tierra, y agua sin cocer, el cual contiene la paja en proporciones de 5 a 10 %, como también puede contener otro material que optimice su estabilidad a diferentes agentes externos (Norma E.080, 2017 pág. 29).

Adobe tradicional.- El adobe habitual está compuesta por una mezcla de suelo arcilloso con cantidades de limo y arena, como también forma parte importante el agua y la paja que trabaja con estabilizante, los bloques de adobe pierden estabilidad al momento del secado, ya que afectan los agentes externos tales como la lluvia, el viento y los rayos solares, por tal motivo se proporcionan ambientes libres para el secado (ARCE C., y otros, 2014).

Adobe Reforzado.- NORMA E.080 (2017) define que al incorporar otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) mejora su comportamiento de resistencia a la compresión y estabilidad frente a la presencia de la humedad.

2.3.6.1 Propiedades físicas del adobe

a. Variación dimensional.

Se refiere a la desviación que existe entre las caras opuestas de la unidad de albañilería de adobe que se le designa variación dimensional, con respecto al ancho, largo y altura. Al medir los adobes la dimensión es diferente, dando a conocer que a mayor variación dimensional, mayor cuerpo en la junta y esto implica que menor será la resistencia a compresión y la fuerza cortante (RAMIREZ, 2012).

Dando a expresar con la siguiente formula:

$$\%V = \frac{(DN - DP)}{DN} \times 100$$

Dónde:

%V = Variación Dimensional

DN = Dimensión Nominal expresada en porcentaje

DP = Dimensión Promedio expresada en porcentaje

b. Absorción.

De modo universal, una unidad de albañilería de adobe permeable no será tan invulnerable como una unidad de albañilería de adobe más densa a la acción de las cargas, o tan tenaz frente a la intemperie. Con la utilización de materiales diferentes puede cambiar la acción de absorción. La cantidad de agua que contiene en una unidad saturada es el resultado de una absorción considerada como una medida de su impermeabilidad (SÁENZ, 2015).

La unidad de adobe se sumergirá durante media hora en el agua.

Se expresa con la siguiente formula:

$$Absorcion = \frac{(Ws - Wd)}{Wd} \times 100$$

Dónde:

Wd = Peso seco de la muestra, expresado en porcentaje.

Ws = Peso saturado de la muestra, expresada en porcentaje

2.3.6.2 Propiedades Mecánicas del Adobe

a. Resistencia a la Compresión de la unidad de Adobe

Para determinar la resistencia a compresión de la unidad de albañilería de adobe tradicional y adobe incorporado con tallo de cebada más cáscara de habas, se computara en relación al área transversal, los ensayando serán como mínimo 6 unidades de adobe, de los cuales se elegirán los 4 mejores resultados. Los ensayos se harán utilizando unidades completamente secas, siendo el valor de $f_0 = 10.20 \text{ kg/cm}^2$. (NORMA E.080, art. 8).

b. Resistencia a la flexión de la unidad de Adobe

Es el ensayo que se realiza con una unidad de adobe, donde se someterá a un carga puntual en la parte central, está es apoyada en dos puntos de luz, donde se determinara la resistencia a la flexión hasta que esta produzca una falla por ruptura (ASTM C293, 1994).

c. Resistencia del mortero a compresión

(Norma E.080, 2017, art. 8.1) nos indica que los ensayos de laboratorio de esfuerzos de ruptura mínimos para calcular la resistencia del material de compresión en cubos se efectúa acorde al procedimiento siguiente:

a) Los ensayos de compresión del mortero se realizan en cubos de 10 cm de arista.

b) La resistencia última se calcula conforme a la expresión siguiente:

$$f_{mor} = \frac{P_{max}}{A}$$

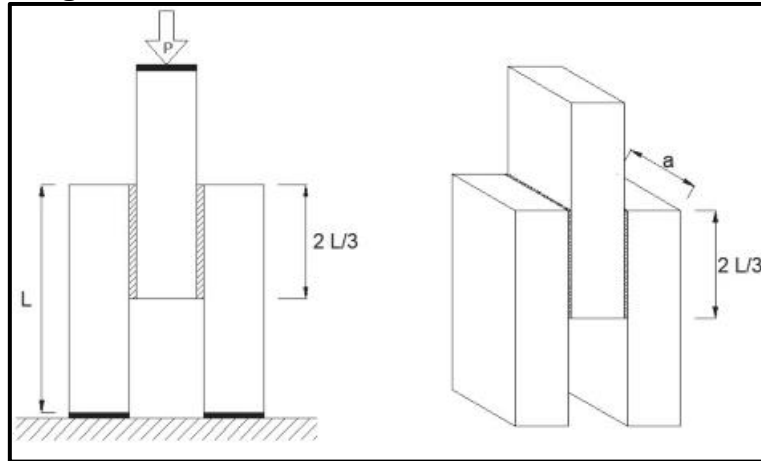
c) Teniendo seis muestras, cuatro de ellas deberán cumplir la resistencia última del mortero o superarla, para esto se realizaron cubos de adobes con el mortero preparado.

d. Adherencia del mortero

Para el ensayo de adherencia del mortero se realizaron probetas de tres piezas basándose a la Norma Mexicana (NMX-C-082, 1974). Ver figura 2.

La resistencia última será de 0.12 kg/cm^2 . Dando a cumplir de igualdad a mas, los cuatro mejores muestras de un total de seis.

Figura 2: Muestra con tres unidades de adobe.



Fuente: Norma Mexicana NMX-C-082C1974.

En el momento en que se desprege las piezas, con la aplicación de la carga externa se obtendrá el esfuerzo de adherencia.

$$f_{0_A} = \frac{P_{max}}{S} \quad S = 2x \frac{2L}{3} xa$$

Para la determinación del esfuerzo de adherencia del mortero se utilizara la siguiente formula.

$$f_{0_A} = \frac{3P_{max}}{4aL}$$

Dónde:

f_{0_A} : Esfuerzo de adherencia del mortero (kg/cm^2).

P_{max} : Carga máxima aplicada que logra desprejar los adobes (kg).

L : Largo del adobe (cm^2).

A : Ancho del adobe (cm^2).

e. Resistencia a compresión axial en pilas de adobe

Las pilas de adobe estarán conformadas por la unidad de adobes necesarios para conseguir un coeficiente de esbeltez 3 (altura / espesor), debiéndose tener especial cuidado en conservar su aplomo.

Es una mampostería de adobe, llamada pila que está conformada por 4 unidades de adobe, la cual se hizo para conseguir una esbeltez aproximada a 3.

El mínimo número de adobes será de cuatro (4) unidades con un espesor de junta de 1.5 cm. De la cual se muestra en la Figura 3.

El tiempo de secado del motero que se utiliza en la preparación de pilas será aproximadamente de 1 mes, teniendo en cuenta la mínima cantidad para ensayar será de seis especímenes y se tomará las 4 mejores muestras para el consolidado de resultados. (NORMA E.080, 2017).

Con estos ensayos se lograra alcanzar el esfuerzo admisible último (f_m) de compresión de pilas de adobe. (NORMA E.080, 2017)

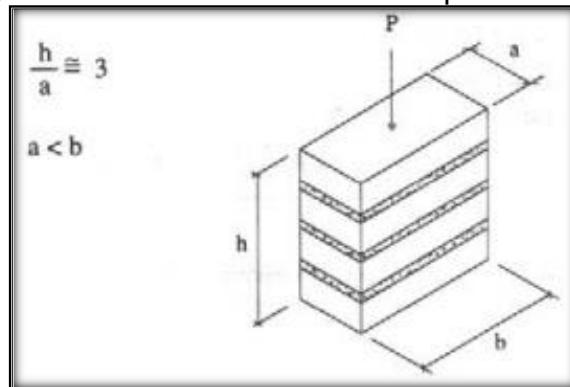
$$f_m = 0.40f_m$$

Dónde:

f_m = Esfuerzo de compresión último de pila.

$f_m = 6.12 \text{ kg/cm}^2$ (E.080)

Figura 3: Dimensiones de una pila de adobe



Fuente: (Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada, 2017).

f. Resistencia a la compresión diagonal del murete

En cumplimiento a la Norma E.080 se realizaron los muretes, para la determinación de la resistencia a la tracción indirecta.

La resistencia última es de 0.25 kg/cm^2 , del cual las cuatro mejores muestras de un total de seis será igual o mayor a la resistencia última indicada en la Norma, pasado los 28 días de secado.

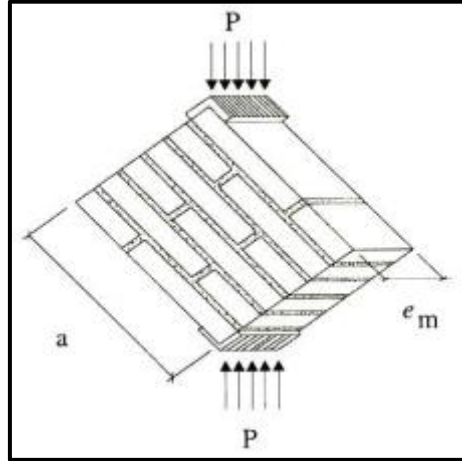
Los muretes preferiblemente tendrán la geometría cuadrada, veri figura 4, El esfuerzo admisible al corte del muro (V_m) se alcanzará con la expresión:

$$V_m = 0.40f_t \quad V_m = 0.25 \text{ kg/cm}^2$$

Dónde:

f_t = Esfuerzo último del murete de ensayo.

Figura 4: Murete sometido a carga diagonal



Fuente: (Norma E.080, 2017)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo, nivel y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada con enfoque **CUANTITATIVA**, Porque para probar la hipótesis de la investigación se usa la recolección de datos en base a la medición numérica y posteriormente el análisis estadístico, el cual nos ayuda determinar pautas de comportamiento que nos permite probar las teorías que se plantearon en la hipótesis, así como las variables, desarrolladas con una secuencia. (HERNÁNDEZ S., 2014 pág. 4).

3.1.2 Nivel de investigación

Según su enfoque es **DESCRIPTIVO – CORRELACIONAL**, por que describe estilos de un grupo o población, asociando variables mediante un modelo predecible para un conjunto o población debido a que recoge información de manera vinculada a todos y cada uno de las unidades de adobe tradicional y reforzado con Cáscara de habas y tallo de cebada, para encontrar una relación de varianza entre ellas. (SAMPIERI, 2014, pag. 92).

3.1.3 Diseño de investigación

Según (SAMPIERI, 2014, pag. 141) la investigación es **EXPERIMENTAL** porque al momento de realizar ensayos a las unidades de adobe, se muestran agentes externos, tales como la humedad presentados en el lugar el trabajo, presión atmosférica, situación actual de los equipos para los ensayos.

3.2 Variables y operacionalización

3.2.1. Variable Independiente

- Tallo de cebada y cáscara de habas

3.2.2. Variable Dependiente

- Comportamiento físico y mecánico del adobe

Tabla 6: Operacionalización de variables

| VARIABLE DE ESTUDIO | CONCEPTO | CONCEPTO OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | |
|--|--|--|-----------------------|---|--------------------|
| VARIABLE INDEPENDIENTE Tallo de cebada y cáscara de habas | La cáscara de habas es la cubierta seminal del haba que tiene un trabajo notable en este proceso, hasta el punto de que las cubiertas seminales con proceso incipiente trabajan como un sumidero temporal, acumulando almidón y proteínas antes de que el embrión inicie a acumular sustancias. Se identifican por ser de estructura recta aproximadamente de 0.30 a 2 m, tiene forma cilíndrica con nudos sólidos de 7 a 8 cm entre si y textura suave. Al tallo se le conoce como macollos, cada macollo origina una espiga, la cantidad de macollos depende de las condiciones ambientales y de las prácticas culturales en cada lugar de origen.(León, 2010) | La cáscara de habas es uno los componentes de la haba, para esta investigación se adicionará en diferentes cantidades de 0.50 % y 1.00 %. El tallo de cebada forma parte de la cebada, el cual también se utilizara en nuestra investigación adicionando una cantidad de 0.50%. | Cantidad de ensayos | T1= 0.5 % de Paja | % |
| | | | | T2= 0.5 % Tallo de Cebada y 0.5% Cáscara de habas. | % |
| | | | | T3= 0.5 % Tallo de Cebada y 1.0% Cáscara de habas. | % |
| VARIABLE DEPENDIENTE Comportamiento físico del Adobe | Las propiedades físicas de la unidad de adobe pueden variar con la temperatura, agua o estén expuestos a la intemperie. Otra particularidad es que son solubles, y tienen permeabilidad, lo cual es bueno para la construcción. | Se realiza un estudio de suelo de la cantera seleccionada para la elaboración de adobes, teniendo en cuenta la Norma E.080. | Propiedades Físicas | Variabilidad dimensional | % |
| | | | | Absorción | % |
| VARIABLE DEPENDIENTE Comportamiento Mecánico del Adobe | Son los procedimientos de construcción de las unidades de adobe o probetas para poder analizar los resultados y determinación de las principales propiedades mecánicas del adobe, tales como la resistencia a la compresión, cortante y flexión. | Se realiza los ensayos, para la determinación de la resistencia a la compresión, flexión del adobe, resistencia a la compresión y adherencia del mortero, resistencia a compresión axial en pilas de adobe y resistencia a la compresión diagonal del murete, teniendo en cuenta la Norma e.080. | Propiedades Mecánicas | Resistencia a la compresión y flexión del adobe. | kg/cm ² |
| | | | | Resistencia a la compresión y adherencia del mortero. | kg/cm ² |
| | | | | Resistencia de compresión Axial en pilas. | kg/cm ² |
| | | | | Resistencia de compresión diagonal de muretes. | kg/cm ² |

Fuente: Elaborado por el investigador, 2021.

3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

3.3.1 Población

“La población es la cantidad global del objeto a investigar, donde los integrantes de la población tienen una peculiaridad común, por el cual se ejecuta un estudio para dar origen de la obtención de los datos “ (TAMAYO, 1995).

La población de la investigación es de 312 unidades de adobe puesto que el objetivo es determinar la resistencia en unidades, pilas y muretes del adobe tradicional y con la adición de tallo de cebada y cáscara de habas.

3.3.2 Muestra

La muestra es una fracción de la totalidad de la población que nos permite generalizar para dar representatividad sobre los objetos de estudio. Su propósito es lograr obtener datos representativos de la población (IZCARA P., 2007).

La muestra que se consideró para el proyecto de la investigación es de 132, del cual se puede apreciar en la tabla 07.

Tabla 7: Cantidad de muestras del ensayo

| ENSAYOS | ESPECIMEN | DIMENSIONES DEL ESPECIMEN (cm) | N° DE MUESTRAS POR VARIABLE (% en peso seco de la muestra) | | | N° TOTAL DE MUESTRAS |
|--|-----------|--------------------------------|--|----------------|-----------------|----------------------|
| | | | 0.5% PAJA | 0.5%TC +0.5%CH | 0.5%TC + 1.0%CH | |
| VARIABILIDAD DIMENSIONAL | ADOBE | 25X12.5X8.5 | 4 | 4 | 4 | 12 |
| ABSORCIÓN | ADOBE | 25X12.5X8.5 | 4 | 4 | 4 | 12 |
| RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD | ADOBE | 25X12.5X8.5 | 6 | 6 | 6 | 18 |
| RESISTENCIA A LA FLEXIÓN | ADOBE | 25X12.5X8.5 | 6 | 6 | 6 | 18 |
| RESISTENCIA DEL MORTERO A COMPRESIÓN | CUBOS | 10X10X10 | 6 | 6 | 6 | 18 |
| ADHERENCIA DEL MORTERO | PILA | 25X28.5X12.5 | 6 | 6 | 6 | 18 |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL | PILA | 25X12.5X38.5 | 6 | 6 | 6 | 18 |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL | MURETE | 39X39X12.5 | 6 | 6 | 6 | 18 |
| NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS A ENSAYAR | | | | | | 132 |
| TOTAL N° DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE ADOBE | | | | | | 312 |

Fuente: Elaboración propia, 2021

3.3.3 Muestreo

Es de tipo no probabilístico debido a que no depende de la probabilidad sino más que todo a la accesibilidad o juicio del investigador; de tipo intencional porque la selección de los elementos de la muestra está basada por el criterio del investigador procurando que estas posean una representatividad de la población (INVESTIGACIONES ANDINA, 2015 pág. 1149).

3.3.4 Unidad de análisis

Las unidades de adobe patrón y con el reemplazo de paja por tallo de cebada y cáscara de habas en porcentajes de 0.50% TC + 0.50%CH y 0.50% TC y 1.0% CH son el objetivo de estudio que se realizaran pruebas mecánicas para la obtención de resultados.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas

- **Observación**

Es una técnica primordial para lograr alcanzar datos de los ensayos trazados en el estudio, la cual se basa en registrar y elegir los resultados en los formatos estandarizados de manera directa y confiable.

- **Análisis de documentos**

Se basa en la obtención de la exploración de diferentes fuentes bibliográficas científicas que aporten a la investigación sobre las características y propiedades de nuestra variable dependiente.

3.4.2 Instrumentos

- **Equipos**

El Equipo “Prensa de concreto digital” es un instrumento importante de medición de resultados que se obtienen en base a las variables de la investigación.

- **Formatos**

Son medios de carácter Normativos para la recolección de datos de los ensayos que se ejecutarán a los cuerpos de estudios, lo que se moldearán en formatos Normados, las que se muestran a continuación:

- ✓ Análisis granulométrico (Norma ASTM C33-87).
- ✓ Determinación del contenido de humedad (N.T.P 339.127).
- ✓ Ensayo de resistencia de compresión de la unidad de adobe, pilas de adobe y resistencia diagonal. (Norma E.0.80).

3.5 Procedimientos

I ETAPA: Pruebas de control para la Selección de Cantera

Prueba de cinta de barro

Esta prueba incito consiste en formar un rollito, con la mano, de aproximadamente 12 milímetros de diámetro, para luego formar con los dedos un rollito de 4 milímetros de espesor; se deja colgando el rollito en posición vertical hasta que alcance una determinada longitud; de 20 a 25 centímetros de deformación se considera que el suelo presenta gran cantidad de arcilla (Suelo arcilloso), si llega a cortarse de 0 a 10 centímetros de longitud, se considera que el suelo presenta poca cantidad de arcilla, ver figura 05.

Figura 5: Cinta de barro con la Cantera de Chumo y Trapiche



Fuente: Elaboración propia, 2021

Prueba de resistencia seca

Esta prueba incito consiste en hacer seis bolitas de aproximadamente de 2 cm de diámetro con una porción de masa de suelo, la cual deberá se mezclada uniformemente con una cantidad de agua.

Se debe dejar secar las 6 bolitas durante 48 horas, asegurando que no se humedezcan o mojen, como se muestra en la figura 6.

Una vez transcurrido el tiempo de secado presionar las 6 bolitas secas con los dedos de la mano derecha (Pulgar e Índice).

En caso que luego del experimento, agriete o quiebre al menos una sola bolita se debe volver a realizar la prueba con la misma tierra.

Si las bolitas se destrozan se deberá descartar la tierra de dicha zona para poder seguir buscando otra cantera con mejores propiedades físicas.

Figura 6: Prueba de resistencia seca - Cantera de Chumo y Trapiche



Fuente: Elaboración propia, 2021

Prueba de la Botella o sedimentación del suelo

Para esta prueba se extrae una porción de muestra de las canteras optadas, con la finalidad de seleccionar la tierra adecuada para la elaboración de adobe, la prueba consiste en poner una porción de tierra en un recipiente transparente con una cantidad de agua, posteriormente se agita el recipiente, dejando 24 horas se obtendrá una estratigrafía donde se observa claramente las arenas, limos y arcillas, esto es ocasionado por la densidad de cada material, finalmente teniendo en cuenta la Norma E.080, 2006 se escoge la Cantera de Trapiche por los porcentajes que presenta (arenas = 55 a 70 %, limos = 15 a 25 % y arcillas de 10 a 20 %) como se muestra en la figura 7.

Figura 7: Prueba de la botella (sedimentación) - Cantera de Chumo y Trapiche



Fuente: Elaboración propia, 2021

II ETAPA: determinación de las propiedades físicas del suelo para la elaboración de los adobes.

a. Contenido de humedad del suelo

Para este ensayo se extrajo una masa de suelo de la cantera de Trapiche, posteriormente se llevó al laboratorio para la obtención de resultados del contenido de humedad, el procedimiento de ensayo fue lo siguiente.

Se pesó tres taras de metal, enseguida se le añadió la muestra de suelo hasta los 3/4 de la tara, pesándolas se colocan al horno a 110°C durante 24 horas, luego se retiran las muestras secas del horno, dejando enfriar a temperatura de ambiente, finalmente se pesó las muestras secas para proseguir con los cálculos para cada una de las muestras y determinar en porcentaje la humedad del suelo.

$$\text{Humedad del suelo} = \frac{m1 - m2}{m1} \times 100$$

m1= muestra húmeda

m2= muestra secada al horno

b. Peso Específico Relativo

Es la relación que existe entre el peso del volumen de la muestra en aire y el peso del volumen de agua en aire con la misma temperatura, prosiguiendo la siguiente secuencia: el ensayo se realizó con la muestra que pasa la malla N° 4, determinando los resultados con la siguiente formula.

$$G_s = \frac{W_s}{W_{fw} + W_s - W_{fsw}}$$

G_s : peso específico de las partículas sólidas del suelo

W_s : Peso seco del suelo en gr.

W_{fw} : Peso del picnómetro + peso del agua en gr.

W_{fsw} : Peso del picnómetro + peso del suelo + peso del agua en gr.

c. Análisis granulométrico del suelo por el método del lavado

Se extrajo una muestra de suelo aproximadamente de 4 kg, después se cuartea tomando uno de ellos. Enseguida se llevó al horno, para después pesarla la muestra seca, se hizo el lavado en el tamiz N° 200, posteriormente se llevó al horno la muestra restante y nuevamente se hace el tamizado y finalmente pesarla cada material retenido en los tamices, ver figura 8.

Figura 8: Ensayo del análisis granulométrico del suelo



Fuente: Elaboración propia, 2021

d. Límites de consistencia

Con una porción de masa de suelo extraído de la cantera seleccionada, se determinara el limite líquido, para lo cual es necesario utilizar la cantidad de muestra que pasa la malla N° 40, enseguida se coloca la muestra en un

recipiente, mezclándola con agua de forma uniforme, posteriormente se coloca una porción de la muestra en la cuchara de Casagrande, nivelándola a una altura igual del instrumento acanalador, posteriormente es separando en dos partes la muestra, para aplicar la cantidad de golpes de entre 15 a 35 y cerrar la ranura, enseguida se extrae una porción de masa de la muestra y se somete al secado en horno, este proceso se repite como mínimo 4 veces y finalmente se lograra los resultados esperados a los 25 golpes.

Para el ensayo del límite plástico se utiliza la porción de suelo que pasa por el tamiz N° 40 de aproximadamente 30 gramos, enseguida se le mezcla con agua hasta conseguir la masa uniforme, para enseguida enrollarla sin que esta se pegue en las manos, después extraer una porción y llevarla al horno, este procedo se repite tres veces y posteriormente lograr los resultados del contenido de humedad del suelo, así como se muestra en la figura 9.

Para la determinación del índice de plasticidad se somete a la siguiente formula.

$$IP = LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO$$

Figura 9: Ensayo del límite líquido y limite plástico



Fuente: Elaboración propia, 2021

e. Clasificación de suelos

Una vez obtenido los pesos de la granulometría por lavado, se prosigue la clasificación de suelos por el método AASHTO y SUCS y finalmente determinarlas los resultados en base a las tablas.

III ETAPA: Extracción de la materia prima para la elaboración de adobes

El Suelo

La tierra escogida para la investigación se extrajo de la cantera de Trapiche, por lo siguiente:

Inicialmente, por que dichas tierras cumplen con las pruebas de control incito para la selección de suelos, como se muestra en la figura 10.

La tierra se extrajo y se juntó con herramientas manuales pico, palas, barreta y carretilla, posteriormente se realizó el carguío a un volquete con la finalidad de transportar al lugar escogido para la elaboración de adobes, una vez en el lugar de almacén se prosiguió a la selección de piedras que superan los 5mm, así como también los materiales orgánicos e inorgánicos que pudiesen existir en la tierra.

Figura 10: Cantera Trapiche



Fuente: Elaboración propia, 2021

Paja

Para la obtención de este insumo se compró un atado de 20 kg. de paja extraída de las alturas de la ciudad de Sicuani por parte de las señoras negociantes, su medio de transporte de las cargas de paja hacia la ciudad es el Jumento, ver figura 11 del atado de paja.

Figura 11: Una carga de paja



Fuente: Elaboración propia, 2021

Tallo de Cebada

Para la obtención del tallo de cebada se tuvo que ir a las zonas rurales de la ciudad de Sicuani, donde generalmente los pobladores lo utilizan como alimentación de sus ganados, muy amablemente se visitó a una familia para la compra de este insumo, para la muestra se pesó 20 kg de tallo de cebada, almacenándola en un ambiente limpio, para posteriormente cortar con segadera en longitudes de 50 mm, así como lo recomienda la Norma E.080, ver figura 12.

Figura 12: Tallo de cebada



Fuente: Elaboración propia, 2021

Cáscara de habas

Para la obtención de este insumo, se observó que la gran parte de señoras que venden habas pelada desechan la cáscara y el resto lo aprovechan como alimento para sus animales, teniendo en cuenta esto se quiso aprovechar esta materia prima para darle un valor agregado en la elaboración del adobe, por lo que se compró cáscara de habas de una de las señoras que vende habas pelada, ver figura 13.

Figura 13: Cáscara de habas



Fuente: Elaboración propia, 2021

IV ETAPA: Elaboración de las unidades de albañilería de adobe

f. Molde o Adobera

La dimensión de adobe se toma en referencia a la Norma E.080. Que considera que el ancho del adobe es aproximadamente la mitad del largo, además la altura del adobe debe estar en el rango de 8 centímetros a 12 centímetros. Nuestra unidad de adobe tradicional e incorporando tallo de cebada más cáscara de habas, se elaboraron con un molde o adobera de dimensiones de 25 cm. en largo, 12.5 cm. en ancho y 8.5 cm. en altura, ver figura 14.

Figura 14: Medidas de muestra de la unidad de adobe



Fuente: Elaboración propia

g. Dosificación

La dosificación se realizó en base a adobes tradicionales en la ciudad de Sicuani, para lo cual se realizó el pesado de un adobe tradicional, también se pesó una carga de paja (ver figura 15), haciendo una pequeña encuesta en la ciudad de Sicuani, la dosificación es para 1000 adobes, se agrega 07 cargas de paja. En

base a esos pesos se realiza la proporción de suelo - paja, el cual sale 0.50% de paja, a continuación se realiza el procedimiento.

01 adobe pesa = 28 kg.

01 carga de paja pesa = 20 kg. entonces

1000 adobes pesa = 28,000 kg.

07 cargas pesa = 140 kg.

$$\% \text{ paja} = \frac{\text{Peso total de la paja}}{\text{peso total de adobes}} \times 100 \quad \% \text{ paja} = \frac{140}{28,000} \times 100 \quad \% \text{ paja} = 0.5$$

Del cálculo se realiza las siguientes dosificaciones, adobe tradicional con 0.5% de paja (muestra tipo 01), adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas (muestra tipo 02) y adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.00% cáscara de habas (muestra tipo 03).

Figura 15: Pesaje del adobe y paja



Fuente: Elaboración propia

h. Preparado de la fibra vegetal.

Para el preparado del barro, previamente se cortó la paja y el tallo de cebada en una longitud de 5 cm, almacenado en un recipiente para realizar el pesado en cantidades obtenidas de la dosificación, de igual manera la cáscara de habas se seleccionó los granos que pudieran existir, para el pesado, ver figura 16.

Figura 16: Cortado de Paja, tallo de cebada y selección de cáscara de habas



Fuente: Elaboración propia

i. Preparado de barro para la obtención del adobe.

El preparado de barro para la obtención del adobe se realiza teniendo disponibles los materiales y las cantidades ya calculadas, la preparación se realiza en una superficie nivelada libre de material orgánico e inorgánico, en primer lugar se coloca la cantidad ya calculada de tierra, luego se añade agua aproximadamente un 20% con respecto del suelo seco hasta activar la arcilla, seguidamente se incorpora la fibra vegetal que corresponda, igualmente esta fibra debe estar pesada acorde a la dosificación requerida, para la muestra tipo 01 se incorpora 0.5% de paja, para la muestra tipo 02 se incorpora 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de haba y para la muestra tipo 03 se incorpora 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas, con respecto al suelo seco.

Cabe mencionar que la fibra vegetal se incorpora en pequeñas cantidades, para realizar una mezcla uniforme, el mezclado se realiza con los pies, hasta que quede una mezcla uniforme y arcillosa. (ver figura 17).

Figura 17: Preparado del barro



Fuente: Elaboración propia

j. Producción de unidades de adobe

Habiendo dejado dormir la mezcla de barro se empieza a producir las unidades de adobe, como primer paso se coge una porción de masa de barro y se coloca en el molde de adobe previamente humedeciendo sus caras interiores, posteriormente se compacta con las manos la porción de masa de barro colocada en el molde para eliminar los espacios vacíos, luego se nivela con las manos la cara superior de la masa de barro que se encuentra dentro del molde y finalmente se retira cuidadosamente el molde de la masa de barro, como se muestra en la figura 18.

Figura 18: Fabricación de adobes.



Fuente: Elaboración propia

k. Secado de adobes.

El secado de adobes se realizó encima de una superficie nivelada y limpia, durante una semana, posteriormente las unidades de adobes se colocan de canto, finalmente el secado se realiza durante un periodo de 28 días, cumpliendo con lo señalado en la Norma E.080, el proceso de secado se hizo tomando

medidas de seguridad y protegerlas contra el sol y el viento, así evitar el secado violento que puede provocar fisuras, para lo cual se habilito un ambiente destinado a la protección de las unidades de adobe según lo que indica la Norma E.080, como se observa en la figura 19.

Figura 19: Secado de adobes



Fuente: Elaboración propia

V ETAPA: Elaboración del mortero de barro y muestras para ensayos de laboratorio

a. Preparación del mortero de barro

El preparado del mortero de barro se realiza en una superficie nivelada libre de materiales extraños, se mezcla la cantidad de suelo calculada con un 20 % de agua aproximadamente para conseguir un mezclado uniforme, seguidamente se le añade la fibra vegetal en proporciones acorde a la dosificación, para la muestra tipo 01 se incorpora 0.5% de paja, para la muestra tipo 02 se incorpora 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de haba y para la muestra tipo 03 se incorpora 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas, con respecto al suelo seco, el mezclado del barro, agua y las fibras vegetales se deben pisar con un equipo de protección individual para evitar cortaduras en los pies, así de esta forma obtener una mezcla totalmente uniforme, dejando dormir el mortero durante 24 horas y empezar con la elaboración de probetas, así como se muestra en la figura 20.

Figura 20: Secado de adobes



Fuente: Elaboración propia

b. Elaboración de probetas de mortero de barro

Para la elaboración de muestras en forma de cubo, se tuvo que mandar hacer un molde de dimensiones de 10x10x10 cm., con el mortero preparado se hicieron 18 probetas, 6 para la muestra tipo 01 incorporando 0.5% de paja, 6 para la muestra tipo 02 incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de haba y 6 para la muestra tipo 03 incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas, así como se muestra en la figura 21.

Figura 21: Producción de cubos de mortero



Fuente: Elaboración propia

c. Elaboración de pilas de adobe para la Adherencia del mortero.

Para el ensayo de adherencia del mortero se prepararon pilas de adobe, con 3 unidades, produciendo un total de 6 pilas para cada tipo de muestra, para el

asentado de los adobes se tomó en cuenta la verticalidad de cada pila, controlando con la plomada y el nivel de mano. El asentado se realizó con el mortero de barro, separando con una junta de 1.5 cm. entre los adobes, así como se muestra en la figura 22.

Figura 22: Pilas de adobe para la adherencia del mortero



Fuente: Elaboración propia

d. Elaboración de pilas de adobe para la resistencia a la compresión axial.

Se eligieron 24 unidades de albañilería de adobe para cada tipo de muestra, para la elaboración de pilas con dimensiones de 25 x 12.5 x 38.5 cm. para cada pila se necesitaron 4 unidades de adobe y para cada tipo de adobe se hicieron 6 pilas, en el asentado de los adobes se tomó en cuenta la verticalidad de cada pila, controlando con la plomada y el nivel de mano. El asentado se realizó con el mortero de barro, separando con una junta de 1.5 cm. entre los adobes, así como se muestra en la figura 23.

Una vez asentada la muestra se aplicó una capa delgada de yeso en la cara inferior y superior de las pilas de adobe, el cual permitirá la distribución uniforme al aplicarse una carga.

Figura 23: Elaboración de pilas de adobe



Fuente: Elaboración propia

e. Elaboración de muretes de adobe para la resistencia a compresión diagonal.

La elaboración de muretes se hizo con 6 unidades de albañilería de adobe para cada muestra (tipo 01 incorporando 0.5% de paja, para la muestra tipo 02 incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de haba y para la muestra tipo 03 incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas), se elaboró un total de 18 muretes, con longitudes de 39 x 39 x 12.5 cm. el asentado de los adobes se realizó controlando la verticalidad y horizontalidad, controlándose con plomada y nivel de mano, el mortero de asentado (junta) fue de 1.5 cm. así como lo especifica la Norma E.080, finalmente se deja secar para su posterior ensayo a la compresión, así como se muestra en la figura 24.

Figura 24: Elaborado de murete de adobe



Fuente: Elaboración propia

VII Etapa: Programa de ensayos experimentales

a. Unidad de albañilería de adobe tradicional y adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas

- Variación dimensional y volumétrica

La variación dimensional y volumétrica se determinó mediante el procedimiento que contempla la NTP de Unidades de albañilería, del cual en primer lugar se seleccionó 04 unidades de adobe, es decir se seleccionó 04 unidades de adobe tradicional con 0.5% de paja, 04 unidades de adobe incorporado con 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas y 04 unidades de adobe incorporado con 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas, seguidamente con una regla metálica se procedió a medir las unidades de albañilería, la medición se realizó de extremo a extremo en los puntos medios de las caras del adobe, así como se muestra en la figura 25 (NTP 339.613, 2005 pág. 21).

Figura 25: Elaborado de murete de adobe



Fuente: Elaboración propia

Totas las mediciones se registran en el cuaderno de campo, finalmente estos datos se introduce a las hojas Excel, las cuales están elaboradas con la siguiente formula.

$$\%V = \frac{(DN - DP)}{DN} \times 100$$

Dónde:

%V = Variación dimensional expresada en porcentaje.

DN = Dimensión Nominal.

DP = Dimensión Promedio.

- **Absorción de la unidad de albañilería de adobe**

Para el ensayo de absorción se tiene en cuenta los procedimientos establecidos en la NTP. Unidades de albañilería, se seleccionaron 04 adobes de cada tipo de muestra al azar, seguidamente en una balanza electrónica se identificó el peso de cada una de ellas, este peso se registró en el cuaderno de campo, luego se sumergió durante 30 minutos a un recipiente con agua, pasado los 30 minutos se tiene que volver a pesar siempre y en cuando los adobes no se hayan desintegrado completamente, como se muestra en la figura 26 (NTP 399.604, 2002 pág. 9).

Figura 26: Ensayo de absorción.



Fuente: Elaboración propia

La absorción de la unidad de adobe se obtiene de la división del peso de agua producto de la absorción, dividida entre el peso seco del adobe, la absorción de la unidad de adobe se expresa en porcentaje, de la siguiente manera.

$$\text{Absorción} = \frac{(W_s - W_d)}{W_d} \times 100$$

Dónde:

W_s = Peso seco del adobe.

W_d = peso del adobe saturado.

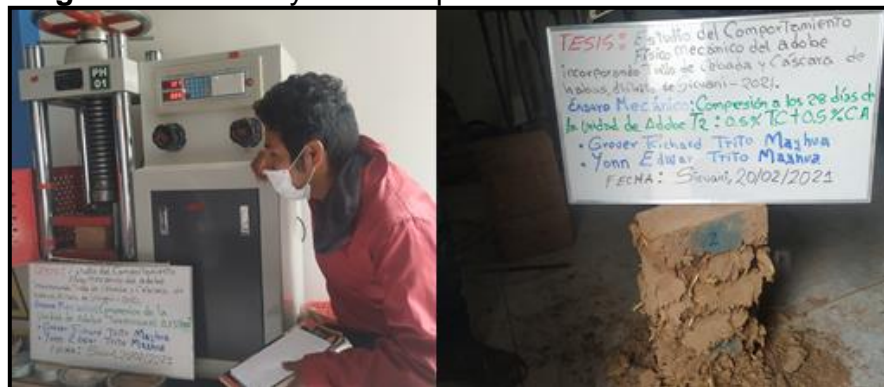
- **Resistencia a la Compresión de la unidad de albañilería de adobe**

Los ensayos de la resistencia a la compresión de la unidad de adobe se realizaron según los procedimientos y los parámetros mínimos de la Norma E.080, Esfuerzos de rotura mínima, el ensayo se realizó en el laboratorio de

mecánica de suelos y pavimento GEOMET S.A.C con el equipo, prensa de concreto digital marca KAIZA CORP modelo STYE-2000.

Para empezar se selecciona 06 unidades de adobe al azar, las caras donde se aplicará la carga debe estar totalmente nivelada y libre de protuberancias u hondonadas, seguidamente se procedió la medición de dimensiones del adobe, básicamente se midieron el largo, ancho y altura, estas medidas se registran en el cuaderno de campo, finalmente se coloca las unidades de adobe al equipo, el cual aplica la carga a una velocidad constante hasta que falle el adobe, este procedimiento se realiza para el adobe tradicional con 0.5% de paja, para el adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas y para el adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas, así como se muestra en la figura 27.

Figura 27: Ensayo de compresión de la unidad de adobe.



Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la compresión de la unidad de albañilería de adobe resulta de la división de la carga en el momento que falla el adobe y la superficie de la carga en contacto.

$$f_0 = \frac{P_{max}}{A}$$

Dónde:

f_0 = resistencia de la unidad de adobe a la compresión (kg/cm^2).

P_{max} = Carga máxima en el momento que falla el adobe (kg).

A = Área de la superficie en contacto (cm^2).

- **Resistencia a la flexión de la unidad de albañilería de adobe**

Los ensayos de la resistencia a la flexión de la unidad de adobe se realizaron según los procedimientos de la Norma ASTM C293, carga en el punto medio, el ensayo se realizó en el laboratorio de mecánica de suelos y pavimento GEOMET S.A.C con el equipo, prensa de concreto digital marca KAIZA CORP modelo STYE-2000.

Para empezar se selecciona 06 unidades de adobe al azar, las caras donde se aplicará la carga debe estar totalmente nivelada y libre de protuberancias u hondonadas, seguidamente se procedió la medición de dimensiones del adobe, básicamente se midieron el largo, ancho y altura, estas medidas se registran en el cuaderno de campo, finalmente se ubicaron cada adobe sobre los puntos de apoyo de forma centrada al equipo, la carga se aplica a una velocidad constante y lenta en el punto medio del adobe hasta la falla, así como se muestra en la figura 28, este procedimiento se realiza para el adobe tradicional con 0.5% de paja, para el adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas y para el adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas.

Figura 28: Ensayo de flexión de la unidad de adobe.



Fuente: Elaboración propia

Para determinar la resistencia a la flexión de la unidad de albañilería de adobe, se utiliza la siguiente formula.

$$f_t = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Dónde:

f_t = resistencia a la tracción (kg/cm²).

P = Carga máxima en el momento que falla el adobe (kg).

L = luz, longitud entre puntos de apoyos (cm).

b = Ancho promedio del adobe (cm).

d = Espesor promedio del adobe (cm).

b. Mortero de barro para adobe tradicional y adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas.

• Resistencia a la Compresión del mortero de barro

Los ensayos de la resistencia a la compresión del mortero se realizaron según los procedimientos y los parámetros mínimos de la Norma E.080, Esfuerzos de rotura mínima, el ensayo se realizó en el laboratorio de mecánica de suelos y pavimento GEOMET S.A.C con el equipo, prensa de concreto digital marca KAIZA CORP modelo STYE-2000.

En primer lugar se selecciona 06 unidades de cubos de mortero al azar, las caras donde se aplicará la carga debe estar totalmente nivelada y libre de protuberancias u hondonadas, seguidamente se procedió la medición de dimensiones del cubo de mortero, básicamente se midieron el largo, ancho y altura, estas medidas se registran en el cuaderno de campo, finalmente se coloca los cubos de mortero al equipo, el cual aplica la carga a una velocidad constante hasta que falle el cubo de mortero, así como se muestra en la figurará 29, este procedimiento se realiza para el mortero tradicional con 0.5% de paja, para el mortero incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas y para el mortero incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas.

Figura 29: Ensayo de compresión del mortero de barro.



Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la compresión del mortero resulta de la división de la carga en el momento que falla el mortero y la superficie de la carga en contacto.

$$f_{\text{mor}} = \frac{P_{\text{max}}}{A}$$

Dónde:

f_{mor} = resistencia del mortero a la compresión (kg/cm^2).

P_{max} = Carga máxima en el momento que falla el cubo de mortero (kg).

A = Área de la superficie en contacto (cm^2).

- **Resistencia a la adherencia del mortero de barro**

Los ensayos de la resistencia a la adherencia del mortero se realizaron según los procedimientos de la Norma Mexicana NMX-C082C1974, determinación de los esfuerzos de adherencia, el ensayo se realizó en el laboratorio de mecánica de suelos y pavimento GEOMET S.A.C con el equipo, prensa de concreto digital marca KAIZA CORP modelo STYE-2000. Se prepara las 06 pilas de tres piezas, la cual cada una de ellas se coloca en la prensa de concreto, de tal manera la cara superior debe estar en contacto con la carga que se va a aplicar y las dos caras inferiores laterales deben estar apoyadas y niveladas en la base del equipo, finalmente se aplica la carga a una velocidad constante hasta que se separen las piezas de adobe, así como se muestra en la figura 30, este procedimiento se realiza para las pilas de 03 piezas de adobe tradicional con 0.5% de paja, para las pilas de 03 piezas de adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas y para las pilas de 03 piezas de adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas

Figura 30: Ensayo de adherencia.



Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la adherencia del mortero resulta al aplicar la siguiente formula.

$$f_{adh} = \frac{3P_{max}}{4aL}$$

Dónde:

f_{adh} = resistencia a la adherencia del mortero (kg/cm²).

P_{max} = Carga máxima donde se despegan las unidades de adobe (kg).

L = Largo de la pila (cm).

a = Ancho de la pila (cm).

c. Resistencia a la compresión axial en pilas de adobe.

Los ensayos de la resistencia a la compresión axial en pilas de adobe se realizaron según los procedimientos y los parámetros mínimos de la Norma E.080, Esfuerzos de rotura mínima, el ensayo se realizó en el laboratorio de mecánica de suelos y pavimento GEOMET S.A.C con el equipo, prensa de concreto digital marca KAIZA CORP modelo STYE-2000.

Previamente se realizaron las respectivas mediciones del largo, espesor y altura de todas las muestras a ensayar, los cuales se registró en el cuaderno deampo, seguidamente se tomó las pilas uno por uno para colocar en la prensa de concreto, teniendo en cuenta que estas deben estar perfectamente niveladas, finalmente se aplicó la carga a una velocidad constante hasta el momento que falla de la pila, este procedimiento se realiza para la pila de adobe tradicional con 0.5% de paja, para la pila de adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas y para la pila de adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas, así como se muestra en la figura 31.

Figura 31: Ensayo de compresión axial en pilas de adobe.



Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la compresión axial en pilas de adobe resulta de la división de la carga en el momento que falla la pila y la superficie de la carga en contacto.

$$f_m = \frac{P_{max}}{A}$$

Dónde:

f_m = resistencia de la pila de adobe a la compresión axial (kg/cm^2).

P_{max} = Carga máxima en el momento que falla la pila adobe (kg).

A = Área de la superficie en contacto (cm^2).

d. Resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe.

Los ensayos de la resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe se realizaron según los procedimientos y los parámetros mínimos de la Norma E.080, Esfuerzos de rotura mínima, el ensayo se realizó en el laboratorio de mecánica de suelos y pavimento GEOMET S.A.C con el equipo, prensa de concreto digital marca KAIZA CORP modelo STYE-2000.

Previamente se realizaron las respectivas mediciones del largo, espesor y altura de todas las muestras a ensayar, los cuales se registró en el cuaderno deampo, seguidamente se tomó los muretes uno por uno para colocar en la prensa de concreto acopladas con escuadras metálicas de carga superior e inferior, teniendo en cuenta que los muretes deben estar centradas verticalmente en el equipo, finalmente se aplicó la carga a una velocidad constante hasta el momento que falla el murete, este procedimiento se realiza para el murete de adobe tradicional con 0.5% de paja, para el murete de adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas y para el murete de adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas, así como se muestra en la figura 32.

Figura 32: Ensayo de compresión diagonal en muretes de adobe.



Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe resulta de la siguiente formula.

$$V_m = \frac{P_{max}}{2ae_m}$$

Dónde:

V_m = resistencia del murete de adobe a la compresión diagonal (kg/cm^2).

P_{max} = Carga máxima en el momento que falla el murete de adobe (kg).

a = Longitud del murete (cm).

a_e = Espesor del murete (cm).

3.6 Método de análisis de datos

Para el proyecto de investigación en el proceso de obtención de datos se utilizarán formatos estandarizados respecto al RNE, con el propósito de registrar los valores de las pruebas realizados en el laboratorio; se utilizará el programa Microsoft Excel para facilitar con la información de comprobar y probar las hipótesis planteadas, la estadística se dará de forma explicativa en presentación de comparación de cuadros, organizaciones y gráficas.

3.7 Aspectos éticos

Las fuentes obtenidas para el proyecto de investigación provienen de fuentes confiables.

Las citas que aparecen en el proyecto de investigación pertenecen a libros, artículos científicos y tesis, citados con sus respectivos nombres.

Este ensayo se realizará de manera profesional cuidando la integridad de los resultados.

IV. RESULTADOS

4.1 Unidad de albañilería de adobe tradicional y adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas.

4.1.1 Prueba “cinta de barro”

La longitud de descolgado de la cinta de barro en la cantera de chumo alcanzo 24cm., y en la cantera de trapiche alcanzo una longitud de 20cm., la Norma E.080 indica que debe alcanzar una longitud entre 20 y 25 cm. como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8: Prueba cinta de barro en las canteras de Chumo y Trapiche

| PRUEBA CINTA DE BARRO | | |
|-------------------------------|------------------------|---------------|
| Cantera | Longitud de descolgado | Norma E.080 |
| 1°Muestra Cantera de Chumo | 24 cm. | de 20 a 25cm. |
| 2°Muestra Cantera de Trapiche | 20 cm. | de 20 a 25cm. |

Fuente: elaboración propia

4.1.2 Prueba “resistencia seca”

Las bolitas con tierra de la cantera de Chumo no se rompieron al presionar con los dedos, las bolitas con tierra de la cantera de Trapiche también no se rompieron al momento de presionar con los dedos, como se muestra en tabla 9.

Tabla 9: Prueba de resistencia seca en las canteras de Chumo y Trapiche

| PRUEBA DE RESISTENCIA SECA | | | | |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| CANTERA | ESFERA 01 | ESFERA 02 | ESFERA 03 | ESFERA 04 |
| 1°Mues.-Cantera de Chumo | no se rompe | no se rompe | no se rompe | no se rompe |
| 2°Mues.-Cantera de Trapiche | no se rompe | no se rompe | no se rompe | no se rompe |

Fuente: elaboración propia

4.1.3 Prueba “de la botella”

La Norma E.080 del 2006 nos indica que la gradación del suelo aproximadamente deberá ser 10-20% arcilla, 15-25% de limo y 55 a 70% de arena, buscando una aproximación de esos porcentajes se realizó la presente prueba.

La muestra de la cantera de chumo presenta arcillas más del 50% puesto que no se logra separar los finos de los gruesos durante las 24 horas, en cambio la muestra de la cantera de chumo si se logra apreciar la separación, aproximadamente presenta un 50% de arenas y grabas y un 50% de arcillas y limos, como se muestra en la tabla10.

Tabla 10: Prueba de la botella en las canteras de Chumo y Trapiche

| PRUEBA DE LA BOTELLA | | | |
|------------------------------|-----------------|------------------|-------------|
| MUESTRAS | % ARENA Y GRABA | % ARCILLA Y LIMO | NORMA E.080 |
| 1° Mues.-Cantera de Chumo | no se aprecia | más del 50% | no cumple |
| 2° Mues.-Cantera de Trapiche | 50% | 50% | si cumple |

Fuente: elaboración propia

4.1.4 Propiedades físicas del suelo

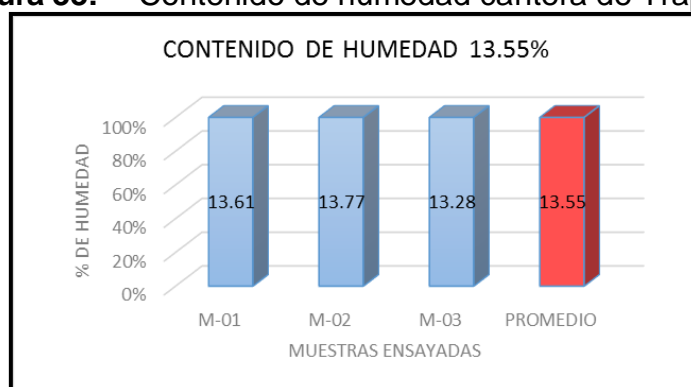
a. Contenido de Humedad del suelo

El contenido de humedad de la muestra extraída de la cantera de Trapiche obtuvo un contenido de humedad promedio de 13.55% con respecto al peso seco de la muestra, como se muestra en la tabla 11 y en la figura 33.

Tabla 11: Contenido de humedad de la cantera de Trapiche

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | M-01 | M-02 | M-03 | PROMEDIO |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------------|
| RECIPIENTE | N° | 1 | 2 | 3 | 13.15 |
| RECIPIENTE + SUELO HUMEDO | gr. | 337.7 | 438.50 | 424.3 | |
| RECIPIENTE + SUELO SECO | gr. | 307.60 | 395.80 | 384.5 | |
| PESO DEL RECIPIENTE | gr. | 86.50 | 85.60 | 84.9 | |
| PESO DEL AGUA | gr. | 30.10 | 42.70 | 39.80 | |
| PESO DEL SUELO SECO | gr. | 221.10 | 310.20 | 299.60 | |
| % DE HUMEDAD | % | 13.61 | 13.77 | 13.28 | |

Fuente: elaboración propia

Figura 33: Contenido de humedad cantera de Trapiche

Fuente: Elaboración propia

b. Peso específico relativo del suelo

El peso específico relativo del suelo de la cantera de trapiche es de 2.52 gr/cm³, como se muestra en la tabla 12.

Tabla 12: Peso específico relativo

| DATOS DEL ENSAYO | |
|--|-------------|
| Número de Picnómetro | 1 |
| Peso de Suelo Seco (gr.) | 177.60 |
| Peso de Picnómetro + Agua (gr.) | 676.80 |
| Peso de Picnómetro + Agua + Suelo Seco (gr.) | 784.00 |
| Peso Específico (gr/cm³) | 2.52 |

Fuente: elaboración propia

c. Análisis granulométrico del suelo por el método del lavado

Del análisis granulométrico se determina el % retenido en el tamiz N°4 es de 14.58% gravas, el % que pasa por el tamiz N°4 y retenida en el tamiz N°200 es de 40.96% arenas y el % que pasa el tamiz N°200 es de 44.46% que corresponde a limos y arcillas, como se muestra en la tabla 13 y figura 34.

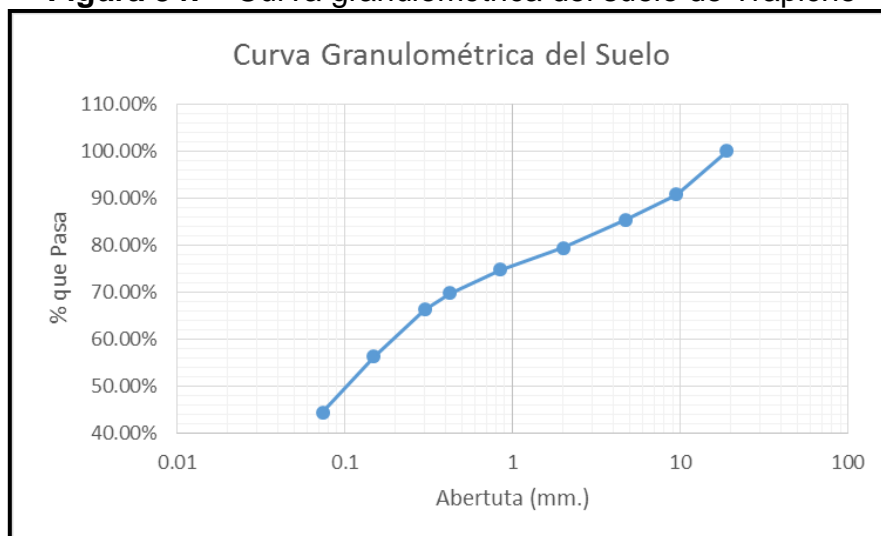
Estos porcentajes cumplen con la Norma E.080 para la elaboración de adobes.

Tabla 13: Análisis granulométrico del suelo de la cantera de Trapiche

| Antes del Lavado | | | Después del Lavado | | | |
|----------------------------------|----------------|---------------------|--------------------------------|------------|----------------------|------------|
| Peso de la muestra seca= 1049.40 | | | Peso de la muestra seca 594.20 | | | |
| Tamiz | Abertura (mm.) | Peso Retenido (gr.) | Peso que pasa en (gr.) | % Retenido | % Retenido acumulado | % que pasa |
| 3/4" | 19 | 0 | 1049.40 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 3/8" | 9.5 | 96.10 | 953.30 | 9.16% | 9.16% | 90.84% |
| N°04 | 4.75 | 56.90 | 896.40 | 5.42% | 14.58% | 85.42% |
| N°10 | 2 | 63.00 | 833.40 | 6.00% | 20.58% | 79.42% |
| N°20 | 0.850 | 48.10 | 785.30 | 4.58% | 25.17% | 74.83% |
| N°40 | 0.425 | 52.80 | 732.50 | 5.03% | 30.20% | 69.80% |
| N°50 | 0.300 | 36.60 | 695.90 | 3.49% | 33.69% | 66.31% |
| N°100 | 0.149 | 105.20 | 590.70 | 10.02% | 43.71% | 56.29% |
| N°200 | 0.074 | 124.10 | 466.60 | 11.83% | 55.54% | 44.46% |
| Cazuela | | 11.40 | | 1.09% | 56.62% | |
| Lavado | | 455.20 | | 43.38% | 100.00% | |

Fuente: elaboración propia

Figura 34: Curva granulométrica del suelo de Trapiche



Fuente: elaboración propia

4.1.5 Límites de consistencia

a. Límite líquido

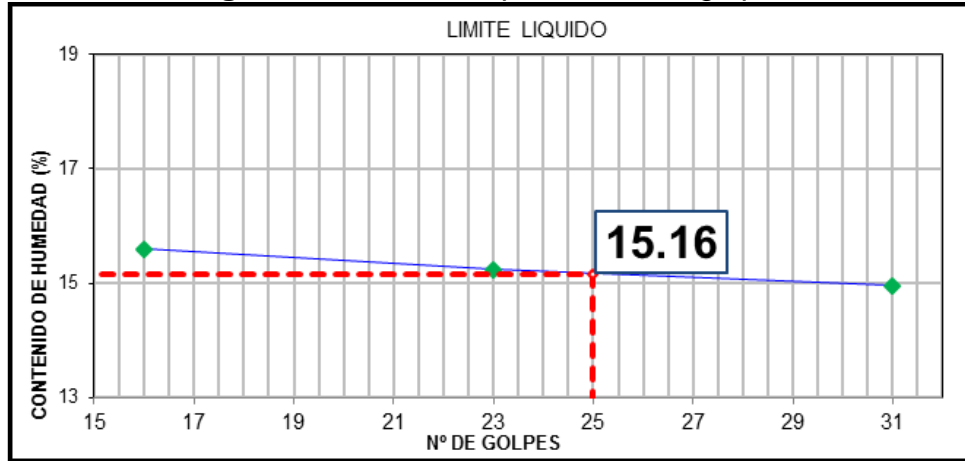
Se obtuvo un límite líquido de 15.16% a los 25 golpes, como se muestra en la tabla 14 y figura 35.

Tabla 14: Límite líquido del suelo de Trapiche

| LÍMITE LÍQUIDO | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|--------|--------|
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | E-1 | E-2 | E-3 |
| RECIPIENTE | N° | 1 | 2 | 3 |
| RECIPIENTE + SUELO HUMEDO | gr. | 56.52 | 55.22 | 57.95 |
| RECIPIENTE + SUELO SECO | gr. | 51.90 | 50.67 | 52.89 |
| PESO DEL RECIPIENTE | gr. | 20.37 | 21.85 | 19.93 |
| PESO DEL AGUA | gr. | 4.62 | 4.55 | 5.06 |
| PESO DEL SUELO SECO | gr. | 31.53 | 28.82 | 32.96 |
| % DE HUMEDAD | % | 14.65% | 15.79% | 15.35% |
| N° DE GOLPES | UND | 31 | 23 | 16 |
| LÍMITE LÍQUIDO | | 15.16% | | |

Fuente: elaboración propia

Figura 35: Límite líquido a los 25 golpes



Fuente: elaboración propia

b. Límite plástico

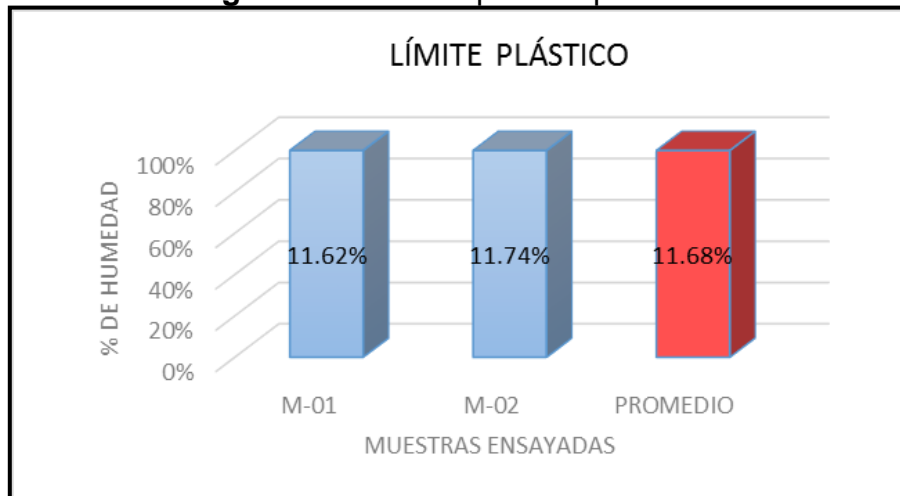
Del ensayo de laboratorio se obtuvo un límite líquido de 11.68%, como se muestra en la tabla 15 y figura 36.

Tabla 15: Límite plástico del suelo de Trapiche

| LÍMITE PLÁSTICO | | | | |
|---------------------------|--------|--------|--------|---------------|
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | E-01 | E-02 | PROMEDIO |
| RECIPIENTE | N° | 1 | 2.00 | 11.68% |
| RECIPIENTE + SUELO HUMEDO | gr. | 19.69 | 22.14 | |
| RECIPIENTE + SUELO SECO | gr. | 19.46 | 21.89 | |
| PESO DEL RECIPIENTE | gr. | 17.48 | 19.76 | |
| PESO DEL AGUA | gr. | 0.23 | 0.25 | |
| PESO DEL SUELO SECO | gr. | 1.98 | 2.13 | |
| % DE HUMEDAD | % | 11.62% | 11.74% | |

Fuente: elaboración propia

Figura 36: Límite plástico promedio



Fuente: elaboración propia

c. Índice de plasticidad

En la tabla 16 se aprecia los límites de consistencia.

Tabla 16: Resultado de índice de plasticidad

| LIMITES DE ATTERBERG | |
|------------------------------|--------------|
| LIMITE LÍQUIDO | 15.16% |
| LIMITE PLÁSTICO | 11.68% |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 3.48% |

Fuente: elaboración propia

Los límites de consistencia para el suelo de la cantera de trapiche resultaron los siguientes, el límite líquido a los 25 golpes resulta un 15.16%, en cuanto al límite plástico resultó 11.68% y finalmente el índice de plasticidad resultó 3.48%.

4.1.6 Clasificación del suelo de la cantera de Trapiche.

a. Clasificación por AASHTO

Para el suelo extraído de la cantera de Trapiche según AASHTO corresponde al grupo **A-4(0) Suelos Limosos**, este resultado se obtuvo según la tabla 17.

Tabla 17: Sistema de clasificación de suelos por AASHTO

| Clasificación | Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz Nº 200) | | | | | | | Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz Nº 200) | | | |
|--|--|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|--------|--------|--------|--|--------|-------------------|-----------------|
| | A-1 | | A-3 | A-2-4 | | | | A-4 | A-5 | A-6 | A-7 A-7-5 A-7-6 |
| Grupo: | A-1-a | A-1-b | | A-2-4 | A-2-5 | A-2-6 | A-2-7 | | | | |
| Porcentaje que pasa: Nº 10 (2mm) Nº 40 (0,425mm) Nº 200 (0,075mm) | 50 máx 30 máx 15 máx | - 50 máx 25 máx | - 51 mín 10 máx | - - | - - | - - | 35 máx | - - | 36 mín | | |
| Características de la fracción que pasa por el tamiz Nº 40 | - | | - | 40 máx | 41 mín | 40 máx | 41 mín | 40 máx | 41 mín | 40 máx | 41 mín (2) |
| Límite líquido | - | | - | 10 máx | 10 máx | 11 mín | 11 mín | 10 máx | 10 máx | 11 mín | 11 mín |
| Índice de plasticidad | 6 máx | | NP (1) | | | | | | | | |
| Constituyentes principales | Fracmentos de roca, grava y arena | | Arena fina | Grava y arena arcillosa o limosa | | | | Suelos limosos | | Suelos arcillosos | |
| Características como subgrado | Excelente a bueno | | | | | | | Pobre a malo | | | |

Fuente: (UNAM, 1956 - 2021)

b. Clasificación por SUCS

Para el suelo extraído de la cantera de Trapiche según SUCS se concluye que nuestro suelo tiene como símbolo de grupo **SM** y su nomenclatura es **Arena limosa**, el resultado se obtuvo de la tabla 18.

Tabla 18: Sistema de clasificación de suelos unificado SUCS.

| DIVISIONES PRINCIPALES | | | Símbolos del grupo | NOMBRES TÍPICOS | IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO | | |
|--|---|---|---|---|---|--|---|
| SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200 | GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm) | Gravas limpias (sin o con pocos finos) | GW | Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos. | <p>Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue:</p> <p><5% ->GW,GP,SW,SP. >12% ->GM,GC,SM,SC. 5 al 12% ->casos límite que requieren usar doble símbolo.</p> | $Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3 No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW. | |
| | | | GP | Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos. | | Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo. | |
| | | Gravas con finos (apreciable cantidad de finos) | GM | Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo. | | Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$. | |
| | | | GC | Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla. | | | |
| | ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm) | Arenas limpias (pocos o sin finos) | SW | Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos. | | $Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3 Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW. | |
| | | | SP | Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos. | | Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan | |
| | | Arenas con finos (apreciable cantidad de finos) | SM | Arenas limosas, mezclas de arena y limo. | | | |
| | | | SC | Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla. | | | |
| | | SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200 | Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50 | ML | | | Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad. |
| | | | | CL | | Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas. | |
| OL | Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad. | | | | | | |
| Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50 | MH | | Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos. | | | | |
| | CH | | Arcillas inorgánicas de plasticidad alta. | | | | |
| | OH | | Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos. | | | | |
| | PT | | Turba y otros suelos de alto contenido orgánico. | | | | |
| Suelos muy orgánicos | | | PT | Turba y otros suelos de alto contenido orgánico. | | | |

Fuente: (UNAM, 1956 - 2021)

4.1.7 Desarrollo de resultados de la variación dimensional y volumétrica de las unidades de albañilería de adobe.

La variación dimensional del adobe tradicional con paja al 0.50% se tiene en longitud 2.17%, en ancho 2.30%, en altura 2.30% y la variación volumétrica es de 5.90%, como se muestra tabla 19 y 20.

Tabla 19: Variación dimensional del adobe tradicional con 0.5% de paja (T1)

| MUESTRA | LONGITUD (cm) | | | | | ANCHO (cm) | | | | | ALTURA (cm) | | | | | | |
|------------------|---------------|--------|--------|--------|-------|------------|--------|--------|--------|-------|-------------|--------|--------|--------|-------|--|-------|
| | MED. 1 | MED. 2 | MED. 3 | MED. 4 | PROM. | MED. 1 | MED. 2 | MED. 3 | MED. 4 | PROM. | MED. 1 | MED. 2 | MED. 3 | MED. 4 | PROM. | | |
| 1 | 24.70 | 24.80 | 24.20 | 24.30 | 24.50 | 12.20 | 12.10 | 12.40 | 12.20 | 12.23 | 8.40 | 8.50 | 8.20 | 8.40 | 8.38 | | |
| 2 | 24.30 | 24.30 | 24.20 | 24.50 | 24.33 | 12.30 | 12.40 | 12.20 | 12.00 | 12.23 | 8.50 | 8.60 | 8.30 | 8.20 | 8.40 | | |
| 3 | 24.40 | 24.30 | 24.60 | 24.60 | 24.48 | 12.40 | 12.40 | 12.00 | 12.00 | 12.20 | 8.50 | 8.40 | 8.40 | 8.40 | 8.43 | | |
| 4 | 24.30 | 24.40 | 24.70 | 24.70 | 24.53 | 12.40 | 12.40 | 12.00 | 12.00 | 12.20 | 8.50 | 8.20 | 8.20 | 8.20 | 8.28 | | |
| DIM.PROMEDIO | | | | | 24.46 | | | | | | 12.21 | | | | | | 8.37 |
| DIM. NOMINAL | | | | | 25.00 | | | | | | 12.50 | | | | | | 8.50 |
| VAR. DIMENSIONAL | | | | | 2.17% | | | | | | 2.30% | | | | | | 1.54% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Variación volumétrica del adobe tradicional con 0.5% de paja (T1).

| MUESTRA | LONGITUD PROMEDIO (cm) | ANCHO PROMEDIO (cm) | ALTURA PROMEDIO (cm) | VOLUMEN (cm ³) |
|------------------|------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|
| 1 | 24.50 | 12.23 | 8.38 | 2508.42 |
| 2 | 24.33 | 12.23 | 8.40 | 2497.93 |
| 3 | 24.48 | 12.20 | 8.43 | 2515.66 |
| 4 | 24.53 | 12.20 | 8.28 | 2475.92 |
| VOLUMEN PROMEDIO | | | | 2499.48 |
| VOLUMEN NOMINAL | | | | 2656.25 |
| VAR. VOLUMETRICA | | | | 5.90% |

Fuente: Elaboración propia

La variación dimensional del adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas se tiene en longitud 1.55%, en ancho 2.20%, en altura 0.81% y la variación volumétrica es de 4.49%, como se muestra en la tabla 21 y 22.

Tabla 21: Variación dimensional del adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas (T2).

| MUESTRA | LONGITUD (cm) | | | | | ANCHO (cm) | | | | | ALTURA (cm) | | | | | | |
|------------------|---------------|--------|--------|--------|-------|------------|--------|--------|--------|-------|-------------|--------|--------|--------|-------|--|-------|
| | MED. 1 | MED. 2 | MED. 3 | MED. 4 | PROM. | MED. 1 | MED. 2 | MED. 3 | MED. 4 | PROM. | MED. 1 | MED. 2 | MED. 3 | MED. 4 | PROM. | | |
| 1 | 24.70 | 24.60 | 24.50 | 24.50 | 24.58 | 12.20 | 12.00 | 12.40 | 12.30 | 12.23 | 8.50 | 8.20 | 8.40 | 8.50 | 8.40 | | |
| 2 | 24.80 | 24.60 | 24.50 | 24.60 | 24.63 | 12.00 | 12.00 | 12.40 | 12.50 | 12.23 | 8.60 | 8.40 | 8.50 | 8.50 | 8.50 | | |
| 3 | 24.50 | 24.50 | 24.50 | 24.50 | 24.50 | 12.00 | 12.00 | 12.20 | 12.30 | 12.13 | 8.40 | 8.40 | 8.30 | 8.40 | 8.38 | | |
| 4 | 24.90 | 24.90 | 24.50 | 24.70 | 24.75 | 12.30 | 12.20 | 12.40 | 12.40 | 12.33 | 8.50 | 8.50 | 8.50 | 8.30 | 8.45 | | |
| DIM.PROMEDIO | | | | | 24.61 | | | | | | 12.23 | | | | | | 8.43 |
| DIM. NOMINAL | | | | | 25.00 | | | | | | 12.50 | | | | | | 8.50 |
| VAR. DIMENSIONAL | | | | | 1.55% | | | | | | 2.20% | | | | | | 0.81% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Variación volumétrica del adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas (T2).

| MUESTRA | LONGITUD PROMEDIO (cm) | ANCHO PROMEDIO (cm) | ALTURA PROMEDIO (cm) | VOLUMEN (cm ³) |
|------------------|------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|
| 1 | 24.58 | 12.23 | 8.40 | 2523.61 |
| 2 | 24.63 | 12.23 | 8.50 | 2558.85 |
| 3 | 24.50 | 12.13 | 8.38 | 2487.90 |
| 4 | 24.75 | 12.33 | 8.45 | 2577.62 |
| VOLUMEN PROMEDIO | | | | 2536.99 |
| VOLUMEN NOMINAL | | | | 2656.25 |
| VAR. VOLUMETRICA | | | | 4.49% |

Fuente: Elaboración propia.

La variación dimensional del adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas se tiene en longitud 1.63%, en ancho 2.20%, en altura 1.03% y la variación volumétrica es de 4.78%, como se muestra en la tabla 23 y 24.

Tabla 23: Variación dimensional del adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas (T3)

| MUESTRA | LONGITUD (cm) | | | | | ANCHO (cm) | | | | | ALTURA (cm) | | | | | | |
|------------------|---------------|--------|--------|--------|-------|------------|--------|--------|--------|-------|-------------|--------|--------|--------|-------|--|-------|
| | MED. 1 | MED. 2 | MED. 3 | MED. 4 | PROM. | MED. 1 | MED. 2 | MED. 3 | MED. 4 | PROM. | MED. 1 | MED. 2 | MED. 3 | MED. 4 | PROM. | | |
| 1 | 24.80 | 24.80 | 24.60 | 24.40 | 24.65 | 12.00 | 12.10 | 12.40 | 12.60 | 12.28 | 8.40 | 8.40 | 8.40 | 8.30 | 8.38 | | |
| 2 | 24.80 | 24.70 | 24.70 | 24.60 | 24.70 | 12.20 | 12.00 | 12.40 | 12.50 | 12.28 | 8.40 | 8.40 | 8.50 | 8.60 | 8.48 | | |
| 3 | 24.60 | 24.70 | 24.50 | 24.50 | 24.58 | 12.00 | 12.00 | 12.40 | 12.30 | 12.18 | 8.40 | 8.40 | 8.30 | 8.30 | 8.35 | | |
| 4 | 24.30 | 24.70 | 24.40 | 24.40 | 24.45 | 12.00 | 12.10 | 12.30 | 12.30 | 12.18 | 8.40 | 8.50 | 8.40 | 8.50 | 8.45 | | |
| DIM.PROMEDIO | | | | | 24.59 | | | | | | 12.23 | | | | | | 8.41 |
| DIM. NOMINAL | | | | | 25.00 | | | | | | 12.50 | | | | | | 8.50 |
| VAR. DIMENSIONAL | | | | | 1.63% | | | | | | 2.20% | | | | | | 1.03% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Variación volumétrica del adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas (T3).

| MUESTRA | LONGITUD PROMEDIO (cm) | ANCHO PROMEDIO (cm) | ALTURA PROMEDIO (cm) | VOLUMEN (cm ³) |
|------------------|------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|
| 1 | 24.65 | 12.28 | 8.38 | 2534.10 |
| 2 | 24.70 | 12.28 | 8.48 | 2569.56 |
| 3 | 24.58 | 12.18 | 8.35 | 2498.33 |
| 4 | 24.45 | 12.18 | 8.45 | 2515.39 |
| VOLUMEN PROMEDIO | | | | 2529.34 |
| VOLUMEN NOMINAL | | | | 2656.25 |
| VAR. VOLUMETRICA | | | | 4.78% |

Fuente: Elaboración propia

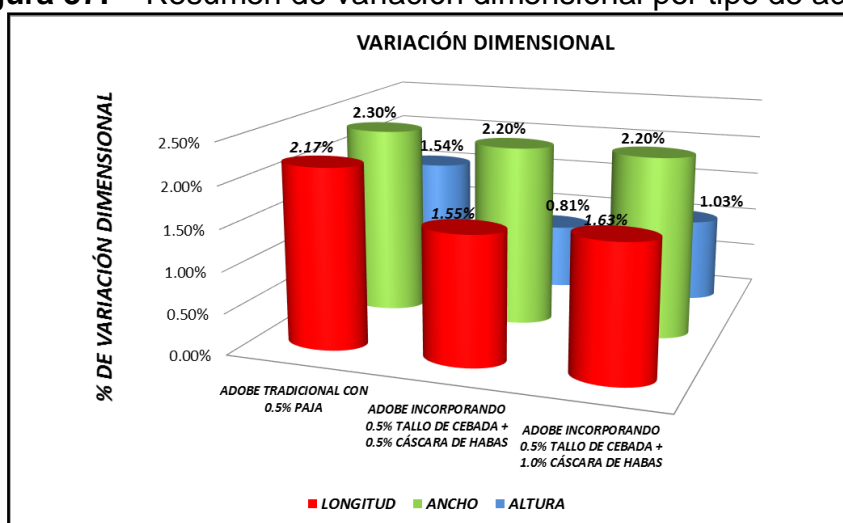
En la tabla 25 y figura 37, 38 se muestran el resumen de variación dimensional de los 03 tipos de muestras y/o adobes realizados.

Tabla 25: Resumen de variación dimensional y volumétrica por tipo de adobe.

| ADOBE | VARIACIÓN DIMENSIONAL | | | VARIACIÓN VOLUMÉTRICA |
|--|-----------------------|-------|--------|-----------------------|
| | LONGITUD | ANCHO | ALTURA | |
| ADOBE TRADICIONAL CON 0.5% PAJA (TIPO 1) | 2.17% | 2.30% | 1.54% | 5.90% |
| ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 0.5% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 2) | 1.55% | 2.20% | 0.81% | 4.49% |
| ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 1.0% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 3) | 1.63% | 2.20% | 1.03% | 4.78% |

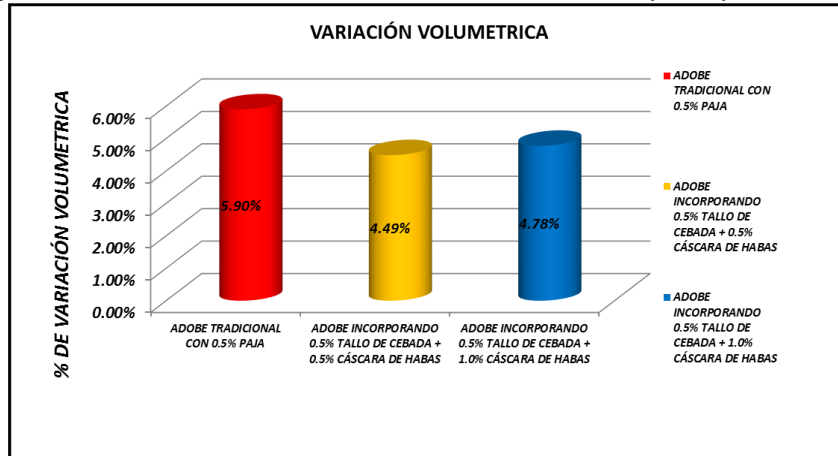
Fuente: Elaboración propia

Figura 37: Resumen de variación dimensional por tipo de adobe.



Fuente: Elaboración propia

Figura 38: Resumen de variación volumétrica por tipo de adobe



Fuente: Elaboración propia

El adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más el 0.5% cáscara de habas presenta mejores resultados en variación dimensional y variación volumétrica.

4.1.8 Desarrollo de resultados de absorción de unidades de albañilería de adobe.

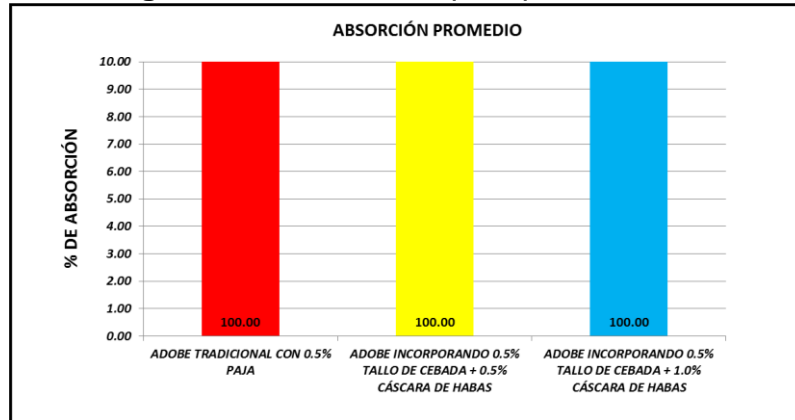
En la tabla 26 y figura 39 se muestran los resultados de absorción de los 03 tipos de muestras y/o adobes realizados.

Tabla 26: Resumen de absorción por tipo de adobe.

| ADOBE | MUESTRA | PESO SECO Wd (gr.) | TIEMPO DE ABSORCIÓN (min.) | PESO SATURADO Ws (gr) | ABSORCIÓN |
|--|---------|--------------------|----------------------------|-----------------------|---------------|
| ADOBE TRADICIONAL CON 0.5% PAJA (T1) | 1 | 4813.00 | 30.00 | - | Se desintegra |
| | 2 | 4720.00 | 30.00 | - | Se desintegra |
| | 3 | 4948.00 | 30.00 | - | Se desintegra |
| | 4 | 4859.00 | 30.00 | - | Se desintegra |
| ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 0.5% CÁSCARA DE HABAS (T2) | 1 | 4726.00 | 30.00 | - | Se desintegra |
| | 2 | 4745.00 | 30.00 | - | Se desintegra |
| | 3 | 4819.00 | 30.00 | - | Se desintegra |
| | 4 | 4735.00 | 30.00 | - | Se desintegra |
| ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 1.0% CÁSCARA DE HABAS (T3) | 1 | 4685.00 | 30.00 | - | Se desintegra |
| | 2 | 4809.00 | 30.00 | - | Se desintegra |
| | 3 | 4768.00 | 30.00 | - | Se desintegra |
| | 4 | 4566.00 | 30.00 | - | Se desintegra |

Fuente: Elaboración propia

Figura 39: Absorción por tipo de adobe.



Fuente: Elaboración propia

No se registran resultados debido a que los adobes al sumergir al agua y transcurrido 30 minutos se desintegran totalmente y no se puede pesar el adobe húmedo.

4.1.9 Desarrollo de resultados y análisis comparativo de la resistencia a compresión de las unidades de albañilería de adobe.

a. Desarrollo de resultados de la resistencia a compresión de la unidad de albañilería de adobe.

En la tabla 27 se muestra los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura de los adobes elaborados con 0.5% de paja son los siguientes, se obtuvo una resistencia a compresión promedio de 31.05 kg/cm², una desviación estándar de 0.76, un coeficiente de variación y/o dispersión de 2.45% y una resistencia característica de 30.29 kg/cm².

Tabla 27: Resistencia a compresión del adobe tradicional con 0.5% de paja (T1)

| MUESTRA | DIMENSIONES DEL ADOBE (centímetros) | | | SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO (cm ²) | CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL ADOBE (kg.) | RESISTENCIA DE LA UNIDAD DE ADOBE A COMPRESIÓN f _o (kg/cm ²) |
|---|-------------------------------------|-------|--------|---|--|---|
| | LONGITUD | ANCHO | ALTURA | | | |
| 1 | 25.00 | 12.40 | 8.40 | 310.00 | 9865.60 | 31.82 |
| 2 | 25.00 | 12.50 | 8.40 | 312.50 | 9533.18 | 30.51 |
| 3 | 24.80 | 12.50 | 8.00 | 310.00 | 9391.44 | 30.29 |
| 4 | 24.60 | 12.40 | 8.40 | 305.04 | 9631.07 | 31.57 |
| Resistencia promedio de la unidad de adobe a compresión f _o (kg/cm ²) | | | | | | 31.05 |
| Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm ²) | | | | | | 0.76 |
| Coeficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión) | | | | | | 2.45% |
| Resistencia característica de la unidad de adobe a compresión f' _o (kg/cm ²) | | | | | | 30.29 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 28 se muestra los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura de los adobes elaborados con incorporación de 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas son los siguientes, se obtuvo una resistencia a compresión promedio de 24.86 kg/cm², una desviación estándar de 1.10, un coeficiente de variación y/o dispersión de 4.41% y una resistencia característica de 23.76 kg/cm².

Tabla 28: Resistencia a compresión del adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas (T2).

| MUESTRA | DIMENSIONES DEL ADOBE (centímetros) | | | SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO (cm ²) | CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL ADOBE (kg.) | RESISTENCIA DE LA UNIDAD DE ADOBE A COMPRESIÓN f _o (kg/cm ²) |
|---|--|-------|--------|---|---|---|
| | LONGITUD | ANCHO | ALTURA | | | |
| 1 | 24.80 | 12.50 | 8.40 | 310.00 | 7956.72 | 25.67 |
| 2 | 24.70 | 12.40 | 8.40 | 306.28 | 7150.14 | 23.35 |
| 3 | 25.10 | 12.40 | 8.50 | 311.24 | 7706.89 | 24.76 |
| 4 | 24.60 | 12.30 | 8.00 | 302.58 | 7766.04 | 25.67 |
| Resistencia promedio de la unidad de adobe a compresión f _o (kg/cm ²) | | | | | | 24.86 |
| Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm ²) | | | | | | 1.10 |
| Coeficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión) | | | | | | 4.41% |
| Resistencia característica de la unidad de adobe a compresión f' _o (kg/cm ²) | | | | | | 23.76 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 29 se muestra los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura de los adobes elaborados con incorporación de 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas son los siguientes, se obtuvo una resistencia a compresión promedio de 22.47kg/cm², una desviación estándar de 1.60, un coeficiente de variación y/o dispersión de 7.12% y una resistencia característica de 20.87 kg/cm².

Tabla 29: Resistencia a compresión del adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas (T3).

| MUESTRA | DIMENSIONES DEL ADOBE (centímetros) | | | SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO (cm ²) | CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL ADOBE (kg.) | RESISTENCIA DE LA UNIDAD DE ADOBE A COMPRESIÓN f _o (kg/cm ²) |
|---|--|-------|--------|---|--|---|
| | LONGITUD | ANCHO | ALTURA | | | |
| 1 | 25.00 | 12.50 | 8.60 | 312.50 | 6424.11 | 20.56 |
| 2 | 24.80 | 12.60 | 8.30 | 312.48 | 7340.82 | 23.49 |
| 3 | 24.60 | 12.60 | 8.00 | 309.96 | 6748.37 | 21.77 |
| 4 | 24.80 | 12.40 | 8.50 | 307.52 | 7395.88 | 24.05 |
| Resistencia promedio de la unidad de adobe a compresión f _o (kg/cm ²) | | | | | | 22.47 |
| Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm ²) | | | | | | 1.60 |
| Coeficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión) | | | | | | 7.12% |
| Resistencia característica de la unidad de adobe a compresión f' _o (kg/cm ²) | | | | | | 20.87 |

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 30, resumen de resultados podemos observar que los adobes elaborados con paja al 0.50% obtuvo mayor resistencia a la compresión.

Tabla 30: Resumen de resistencia promedio a compresión por tipo de adobe

| Tipo de adobe | Resistencia Promedio de la unidad de adobe a compresión f _o (kg/cm ²) | Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm ²) | Coeficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión) | Resistencia promedio de la unidad de adobe a compresión en (%) |
|--|--|---|---|--|
| ADOBE TRADICIONAL CON 0.5% PAJA (TIPO 1) | 31.05 | 0.76 | 2.45% | 100% |
| ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 0.5% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 2) | 24.86 | 1.10 | 4.41% | 80.07% |
| ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 1.0% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 3) | 22.47 | 1.60 | 7.12% | 72.36% |

Fuente: Elaboración propia

b. Análisis comparativo de la resistencia a compresión de las unidades de albañilería de adobe.

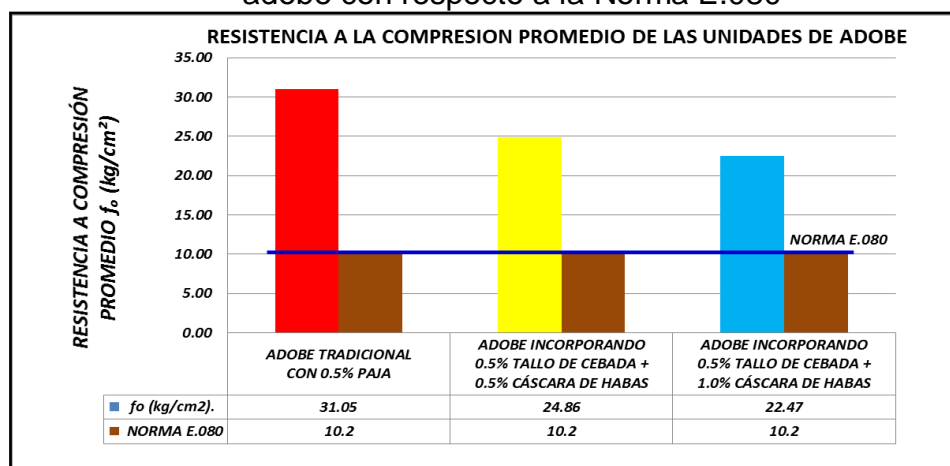
Si bien es cierto en la tabla 31 y figura 40 se observa una disminución en la resistencia a compresión de la unidad de adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas, así mismo con el adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas con respecto al adobe tradicional con 0.5% paja, sin embargo no es ese el objetivo general de esta investigación sino más bien hacer un análisis comparativo de los tres tipos de adobe elaborados en esta investigación con respecto a los parámetros mínimos que contempla en la Norma E.080, los cuales estos resultados se detallan a continuación.

Tabla 31: Análisis comparativo de la resistencia a compresión por tipo de adobe con respecto a la Norma E.080

| Tipo de adobe | Resistencia Promedio de la unidad de adobe a compresión f_0 (kg/cm ²) | Esfuerzo de rotura mínimo según Norma E.080 (kg/cm ²) | Porcentaje de incremento con respecto a la Norma E.080 |
|--|---|---|--|
| ADOBE TRADICIONAL CON 0.5% PAJA (TIPO 1) | 31.05 | 10.20 | 204.41% |
| ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 0.5% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 2) | 24.86 | 10.20 | 143.73% |
| ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 1.0% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 3) | 22.47 | 10.20 | 120.27% |

Fuente: Elaboración propia

Figura 40: Análisis comparativo de la resistencia a compresión por tipo de adobe con respecto a la Norma E.080



Fuente: Elaboración propia

- El adobe tradicional con 0.5% de paja obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 31.05 kg/cm², este resultado cumple con los parámetros mínimos establecidos en la Norma E.080 el cual es de 10.20 kg/cm², además se observa en la tabla 31 un incremento de 204.41% con respecto a la Norma E.080.
- El adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 24.86 kg/cm², este resultado cumple con los parámetros mínimos establecidos en la Norma E.080 el cual es de 10.20 kg/cm², además se observa en la tabla 31 un incremento de 143.73% con respecto a la Norma E.080.
- El adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 22.47 kg/cm², este resultado cumple con los parámetros mínimos establecidos en la Norma E.080 el cual es de 10.20 kg/cm², además se observa en la tabla 31 un incremento de 120.27% con respecto a la Norma E.080.

4.1.10 Desarrollo de resultados y análisis comparativo de la resistencia a la flexión de las unidades de albañilería de adobe.

a. Desarrollo de resultados de la resistencia a la flexión de las unidades de albañilería de adobe.

En la tabla 32 se muestra los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura de los adobes elaborados con 0.5% de paja son los siguientes, se obtuvo una resistencia a la flexión promedio de 7.50 kg/cm², una desviación estándar de 1.08, un coeficiente de variación y/o dispersión de 14.36% y una resistencia característica de 6.42 kg/cm².

Tabla 32: Resistencia a la flexión del adobe tradicional con 0.5% de paja (T1)

| MUESTRA | DIMENSIONES DEL ADOBE (centímetros) | | | LONGITUD ENTRE APOYOS (L) cm. | CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL ADOBE (kg.) | RESISTENCIA DE LA UNIDAD DE ADOBE A LA FLEXIÓN f_{fx} (kg/cm ²) |
|--|--|--------------|---------------|--|--|--|
| | LONGITUD | ANCHO (b) | ALTURA (B) | | | |
| 1 | 24.40 | 12.20 | 8.40 | 15.00 | 241.67 | 6.32 |
| 2 | 24.50 | 12.00 | 8.30 | 15.00 | 322.23 | 8.77 |
| 3 | 24.60 | 12.20 | 8.50 | 15.00 | 273.28 | 6.98 |
| 4 | 24.50 | 12.20 | 8.50 | 15.00 | 311.01 | 7.94 |
| Resistencia promedio de la unidad de adobe a la flexión f_{fx} (kg/cm ²) | | | | | | 7.50 |
| Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm ²) | | | | | | 1.08 |
| Coeficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión) | | | | | | 14.36% |
| Resistencia característica de la unidad de adobe a la flexión f_{fx} (kg/cm ²) | | | | | | 6.42 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 33 se muestra los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura de los adobes elaborados con incorporación de 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas son los siguientes, se obtuvo una resistencia a la flexión promedio de 5.65 kg/cm², una desviación estándar de 0.85, un coeficiente de variación y/o dispersión de 15.08% y una resistencia característica de 4.08 kg/cm².

Tabla 33: Resistencia a la flexión del adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas (T2)

| MUESTRA | DIMENSIONES DEL ADOBE (centímetros) | | | LONGITUD ENTRE APOYOS (L) cm. | CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL ADOBE (kg.) | RESISTENCIA DE LA UNIDAD DE ADOBE A LA FLEXIÓN f_{fx} (kg/cm ²) |
|--|--|--------------|---------------|--|--|--|
| | LONGITUD | ANCHO (b) | ALTURA (B) | | | |
| 1 | 25.20 | 12.70 | 8.50 | 15.00 | 214.14 | 5.25 |
| 2 | 25.00 | 12.40 | 8.30 | 15.00 | 209.04 | 5.51 |
| 3 | 24.70 | 12.80 | 8.40 | 15.00 | 198.84 | 4.95 |
| 4 | 24.80 | 12.40 | 8.20 | 15.00 | 254.93 | 6.88 |
| Resistencia promedio de la unidad de adobe a la flexión f_{fx} (kg/cm ²) | | | | | | 5.65 |
| Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm ²) | | | | | | 0.85 |
| Coeficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión) | | | | | | 15.08% |
| Resistencia característica de la unidad de adobe a la flexión f_{fx} (kg/cm ²) | | | | | | 4.80 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 34 se muestra los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura de los adobes elaborados con incorporación de 0.5% tallo

de cebada más 1.0% cáscara de habas son los siguientes, se obtuvo una resistencia a la flexión promedio de 5.09 kg/cm², una desviación estándar de 0.33, un coeficiente de variación y/o dispersión de 6.43% y una resistencia característica de 4.76 kg/cm².

Tabla 34: Resistencia a la flexión del adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas (T3)

| MUESTRA | DIMENSIONES DEL ADOBE (centímetros) | | | LONGITUD ENTRE APOYOS (L) cm. | CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL ADOBE (kg.) | RESISTENCIA DE LA UNIDAD DE ADOBE A LA FLEXIÓN f_{fx} (kg/cm ²) |
|--|--|--------------|---------------|--|---|--|
| | LONGITUD | ANCHO (b) | ALTURA (B) | | | |
| 1 | 25.00 | 12.60 | 8.40 | 15.00 | 186.61 | 4.72 |
| 2 | 24.90 | 12.20 | 8.20 | 15.00 | 198.84 | 5.45 |
| 3 | 24.70 | 12.50 | 8.50 | 15.00 | 197.82 | 4.93 |
| 4 | 24.60 | 12.20 | 8.50 | 15.00 | 205.98 | 5.26 |
| Resistencia promedio de la unidad de adobe a la flexión f_{fx} (kg/cm ²) | | | | | | 5.09 |
| Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm ²) | | | | | | 0.33 |
| Coeficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión) | | | | | | 6.43% |
| Resistencia característica de la unidad de adobe a la flexión f_{fx} (kg/cm ²) | | | | | | 4.76 |

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 35, resumen de resultados podemos observar que los adobes elaborados con paja al 0.50% obtuvo mayor resistencia a la flexión.

Tabla 35: Resumen de resistencia promedio a la flexión por tipo de adobe

| Tipo de adobe | Resistencia Promedio de la unidad de adobe a la flexión f_{fx} (kg/cm ²) | Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm ²) | Coeficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión) | Resistencia Promedio de la unidad de adobe a la flexión en (%) |
|--|--|---|---|--|
| ADOBE TRADICIONAL CON 0.5% PAJA (TIPO 1) | 7.50 | 1.08 | 14.36% | 100% |
| ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 0.5% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 2) | 5.65 | 0.85 | 15.08% | 75.30% |
| ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 1.0% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 3) | 5.09 | 0.33 | 6.43% | 67.87% |

Fuente: Elaboración propia

b. Análisis comparativo de la resistencia a la flexión de las unidades de albañilería de adobe.

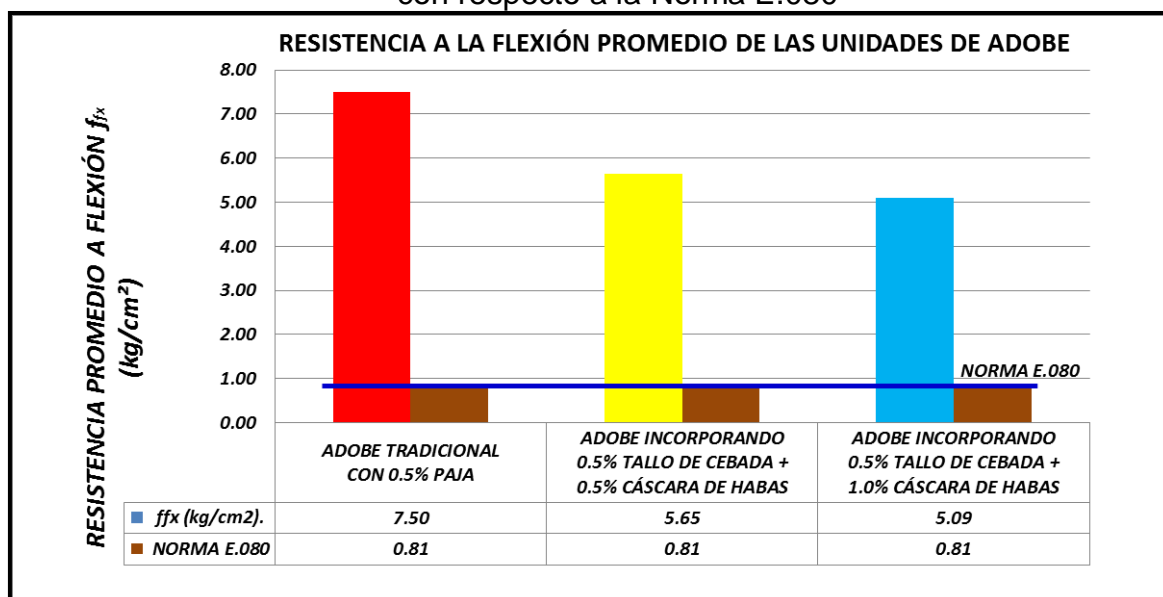
En la tabla 36 y figura 41 se aprecia el comparativo de los resultados del ensayo con la Norma E.080, así también el porcentaje que incrementa estos resultados con respecto a los parámetros mínimos de la Norma E.080.

Tabla 36: Análisis comparativo de la resistencia a la flexión por tipo de adobe con respecto a la Norma E.080

| Tipo de adobe | Resistencia Promedio de la unidad de adobe a la flexión f_{fx} (kg/cm ²) | Esfuerzo de rotura mínimo según Norma E.080 (kg/cm ²) | Porcentaje de incremento con respecto a la Norma E.080 |
|--|--|---|--|
| ADOBE TRADICIONAL CON 0.5% PAJA (TIPO 1) | 7.50 | 0.81 | 825.97% |
| ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 0.5% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 2) | 5.65 | 0.81 | 597.21% |
| ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 1.0% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 3) | 5.09 | 0.81 | 528.48% |

Fuente: Elaboración propia

Figura 41: Análisis comparativo de la resistencia a la flexión por tipo de adobe con respecto a la Norma E.080



Fuente: Elaboración propia

- El adobe tradicional con 0.5% de paja obtuvo una resistencia a la flexión promedio de 7.50 kg/cm^2 , este resultado cumple con los parámetros mínimos establecidos en la Norma E.080 el cual es de 0.81 kg/cm^2 , además se observa en la tabla 36 un incremento de 825.97% con respecto a la Norma E.080.
- El adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas obtuvo una resistencia a la flexión promedio de 5.65 kg/cm^2 , este resultado cumple con los parámetros mínimos establecidos en la Norma E.080 el cual es de 0.81 kg/cm^2 , además se observa en la tabla 36 un incremento de 597.21% con respecto a la Norma E.080.
- El adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas obtuvo una resistencia a la flexión promedio de 5.09 kg/cm^2 , este resultado cumple con los parámetros mínimos establecidos en la Norma E.080 el cual es de 0.81 kg/cm^2 , además se observa en la tabla 36 un incremento de 528.48% con respecto a la Norma E.080.

4.2 Mortero de barro para adobe tradicional y adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas.

4.2.1 Desarrollo de resultados y análisis comparativo de la resistencia a compresión del mortero de barro.

a. Desarrollo de resultados de la resistencia a compresión del mortero de barro.

En la tabla 37 se muestra los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura de los cubos de morteros elaborados con 0.5% de paja son los siguientes, se obtuvo una resistencia a compresión promedio de 17.68 kg/cm^2 , una desviación estándar de 0.89, un coeficiente de variación y/o dispersión de 5.02% y una resistencia característica de 16.79 kg/cm^2 .

Tabla 37: Resistencia a compresión del mortero tradicional con 0.5% de paja (T1).

| MUESTRA | DIMENSIONES DEL CUBO DE MORTERO (centímetros) | | | SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO (cm ²) | CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL CUBO DE MORTERO (kg.) | RESISTENCIA DEL MORTERO A COMPRESIÓN f_{mor} (kg/cm ²) |
|--|---|-------|--------|---|--|--|
| | LONGITUD | ANCHO | ALTURA | | | |
| 1 | 10.00 | 9.80 | 9.40 | 98.00 | 1666.19 | 17.00 |
| 2 | 10.00 | 10.00 | 9.00 | 100.00 | 1745.73 | 17.46 |
| 3 | 9.80 | 9.90 | 9.30 | 97.02 | 1675.37 | 17.27 |
| 4 | 10.00 | 10.00 | 9.50 | 100.00 | 1897.66 | 18.98 |
| Resistencia promedio del mortero a compresión f_{mor} (kg/cm ²) | | | | | | 17.68 |
| Desviación estándar de la resistencia del mortero (kg/cm ²) | | | | | | 0.89 |
| Coeficiente de variación de la resistencia del mortero (dispersión) | | | | | | 5.02% |
| Resistencia característica del mortero a compresión f'_{mor} (kg/cm ²) | | | | | | 16.79 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 38 se muestra los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura de los cubos de morteros elaborados con incorporación de 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas son los siguientes, se obtuvo una resistencia a compresión promedio de 10.89 kg/cm², una desviación estándar de 0.37, un coeficiente de variación y/o dispersión de 3.37% y una resistencia característica de 10.52 kg/cm².

Tabla 38: Resistencia a compresión del mortero incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas (T2).

| MUESTRA | DIMENSIONES DEL CUBO DE MORTERO (centímetros) | | | SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO (cm ²) | CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL CUBO DE MORTERO (kg.) | RESISTENCIA DEL MORTERO A COMPRESIÓN f_{mor} (kg/cm ²) |
|--|---|-------|--------|---|--|--|
| | LONGITUD | ANCHO | ALTURA | | | |
| 1 | 9.50 | 10.00 | 9.50 | 95.00 | 1072.72 | 11.29 |
| 2 | 10.00 | 9.80 | 10.00 | 98.00 | 1031.94 | 10.53 |
| 3 | 10.00 | 9.50 | 10.00 | 95.00 | 1009.50 | 10.63 |
| 4 | 10.00 | 9.50 | 9.80 | 95.00 | 1054.37 | 11.10 |
| Resistencia promedio del mortero a compresión f_{mor} (kg/cm ²) | | | | | | 10.89 |
| Desviación estándar de la resistencia del mortero (kg/cm ²) | | | | | | 0.37 |
| Coeficiente de variación de la resistencia del mortero (dispersión) | | | | | | 3.37% |
| Resistencia característica del mortero a compresión f'_{mor} (kg/cm ²) | | | | | | 10.52 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 39 se muestra los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura de los cubos de morteros elaborados con incorporación de 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas son los siguientes, se obtuvo una resistencia a compresión promedio de 10.52 kg/cm², una desviación estándar de 0.35, un coeficiente de variación y/o dispersión de 3.32% y una resistencia característica de 10.17 kg/cm².

Tabla 39: Resistencia a compresión del mortero incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas (T3).

| MUESTRA | DIMENSIONES DEL CUBO DE MORTERO (centímetros) | | | SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO (cm ²) | CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL CUBO DE MORTERO (kg.) | RESISTENCIA DEL MORTERO A COMPRESIÓN f _{mor} (kg/cm ²) |
|---|---|-------|--------|---|--|---|
| | LONGITUD | ANCHO | ALTURA | | | |
| 1 | 10.00 | 9.50 | 9.50 | 95.00 | 1029.90 | 10.84 |
| 2 | 10.00 | 9.50 | 9.50 | 95.00 | 970.75 | 10.22 |
| 3 | 9.60 | 9.80 | 9.50 | 94.08 | 961.58 | 10.22 |
| 4 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 100.00 | 1080.88 | 10.81 |
| Resistencia promedio del mortero a compresión f _{mor} (kg/cm ²) | | | | | | 10.52 |
| Desviación estándar de la resistencia del mortero (kg/cm ²) | | | | | | 0.35 |
| Coeficiente de variación de la resistencia del mortero (dispersión) | | | | | | 3.32% |
| Resistencia característica del mortero a compresión f' _{mor} (kg/cm ²) | | | | | | 10.17 |

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 40, resumen de resultados podemos observar que los morteros elaborados con paja al 0.50% obtuvo mayor resistencia a la compresión.

Tabla 40: Resumen de resistencia promedio a compresión por tipo de mortero

| Tipo de espécimen (mortero) | Resistencia promedio del mortero a compresión f _{mor} (kg/cm ²) | Desviación estándar de la resistencia del mortero (kg/cm ²) | Coeficiente de variación de la resistencia del mortero (dispersión) | Resistencia promedio del mortero a compresión en (%) |
|--|--|---|---|--|
| MORTERO TRADICIONAL CON 0.5% PAJA (TIPO 1) | 17.68 | 0.89 | 5.02% | 100% |
| MORTERO INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 0.5% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 2) | 10.89 | 0.37 | 3.37% | 61.59% |
| MORTERO INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 1.0% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 3) | 10.52 | 0.35 | 3.32% | 59.53% |

Fuente: Elaboración propia

b. Análisis comparativo de la resistencia a compresión del mortero de barro.

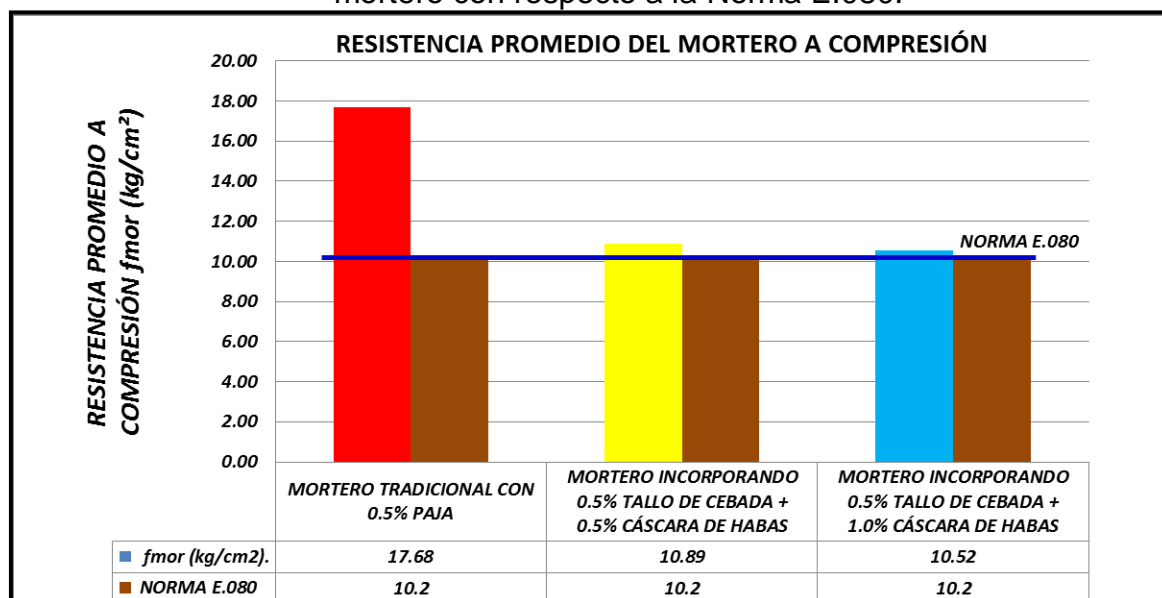
En la tabla 41 y figura 42 se aprecia el comparativo de los resultados del ensayo con la Norma E.080, así también el porcentaje que incrementa estos resultados con respecto a los parámetros mínimos de la Norma E.080.

Tabla 41: Análisis comparativo de la resistencia a compresión por tipo de mortero con respecto a la Norma E.080.

| Tipo de espécimen (mortero) | Resistencia promedio del mortero a compresión f_{mor} (kg/cm ²) | Esfuerzo de rotura mínimo según Norma E.080 (kg/cm ²) | Porcentaje de incremento con respecto a la Norma E.080 |
|--|---|---|--|
| MORTERO TRADICIONAL CON 0.5% PAJA (TIPO 1) | 17.68 | 10.20 | 73.29% |
| MORTERO INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 0.5% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 2) | 10.89 | 10.20 | 6.73% |
| MORTERO INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 1.0% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 3) | 10.52 | 10.20 | 3.16% |

Fuente: Elaboración propia

Figura 42: Análisis comparativo de la resistencia a compresión por tipo de mortero con respecto a la Norma E.080.



Fuente: Elaboración propia

- El mortero tradicional con 0.5% de paja obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 17.68 kg/cm², este resultado cumple con los parámetros mínimos establecidos en la Norma E.080 el cual es de 10.20 kg/cm², además se observa en la tabla 41 un incremento de 73.29% con respecto a la Norma E.080.
- El mortero incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 10.89 kg/cm², este resultado cumple con los parámetros mínimos establecidos en la Norma E.080 el cual es de 10.20 kg/cm², además se observa en la tabla 41 un incremento de 6.73% con respecto a la Norma E.080.
- El mortero incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 10.52 kg/cm², este resultado cumple con los parámetros mínimos establecidos en la Norma E.080 el cual es de 10.20 kg/cm², además se observa en la tabla 41 un incremento de 3.16% con respecto a la Norma E.080.

4.2.2 Desarrollo de resultados y análisis comparativo de la resistencia a la adherencia del mortero de barro.

a. Desarrollo de resultados de la resistencia a la adherencia del mortero de barro.

En la tabla 42 se muestra los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de esfuerzos de adherencia del morteros elaborados con 0.5% de paja son los siguientes, se obtuvo una resistencia promedio a la adherencia de 0.64 kg/cm², una desviación estándar de 0.03, un coeficiente de variación y/o dispersión de 5.05%.

Tabla 42: Resistencia a la adherencia del mortero tradicional con 0.5% de paja (T1).

| MUESTRA | DIMENSIONES DE LA MUESTRA (centímetros) | | SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO (cm ²) | CARGA MÁXIMA, SE DESPEGAN LAS UND. DE ADOBE (kg.) | RESISTENCIA A LA ADHERENCIA DEL MORTERO f_{adh} (kg/cm ²) |
|---|---|-------|---|---|---|
| | LONGITUD | ANCHO | | | |
| 1 | 24.30 | 12.20 | 395.28 | 256.96 | 0.65 |
| 2 | 24.20 | 12.20 | 393.65 | 234.53 | 0.60 |
| 3 | 24.50 | 12.30 | 401.80 | 270.22 | 0.67 |
| 4 | 24.50 | 12.00 | 392.00 | 249.83 | 0.64 |
| Resistencia promedio de la adherencia del mortero f_{adh} (kg/cm ²) | | | | | 0.64 |
| Desviación estándar de la resistencia a la adherencia del mortero (kg/cm ²) | | | | | 0.03 |
| Coeficiente de variación de la adherencia del mortero (dispersión) | | | | | 5.05% |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 43 se muestra los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de esfuerzos de adherencia del morteros elaborados con incorporación de 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas son los siguientes, se obtuvo una resistencia promedio a la adherencia de 0.43 kg/cm², una desviación estándar de 0.02, un coeficiente de variación y/o dispersión de 3.86%.

Tabla 43: Resistencia a la adherencia del mortero incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas (T2).

| MUESTRA | DIMENSIONES DE LA MUESTRA (centímetros) | | SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO (cm ²) | CARGA MÁXIMA, SE DESPEGAN LAS UND. DE ADOBE (kg.) | RESISTENCIA A LA ADHERENCIA DEL MORTERO f_{adh} (kg/cm ²) |
|---|---|-------|---|---|---|
| | LONGITUD | ANCHO | | | |
| 1 | 25.20 | 12.70 | 426.72 | 188.64 | 0.44 |
| 2 | 24.70 | 12.80 | 421.55 | 174.37 | 0.41 |
| 3 | 25.00 | 12.40 | 413.33 | 183.55 | 0.44 |
| 4 | 24.80 | 12.40 | 410.03 | 170.29 | 0.42 |
| Resistencia promedio de la adherencia del mortero f_{adh} (kg/cm ²) | | | | | 0.43 |
| Desviación estándar de la resistencia a la adherencia del mortero (kg/cm ²) | | | | | 0.02 |
| Coeficiente de variación de la adherencia del mortero (dispersión) | | | | | 3.86% |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 44 se muestra los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de esfuerzos de adherencia del morteros elaborados con incorporación de 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas son los siguientes, se obtuvo una resistencia promedio a la adherencia de 0.40 kg/cm², una desviación estándar de 0.02, un coeficiente de variación y/o dispersión de 5.62%.

Tabla 44: Resistencia de adherencia del mortero incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas (T3).

| MUESTRA | DIMENSIONES DE LA MUESTRA (centímetros) | | SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO (cm ²) | CARGA MÁXIMA, SE DESPEGAN LAS UND. DE ADOBE (kg.) | RESISTENCIA A LA ADHERENCIA DEL MORTERO f_{adh} (kg/cm ²) |
|---|---|-------|---|---|---|
| | LONGITUD | ANCHO | | | |
| 1 | 24.00 | 12.50 | 400.00 | 173.35 | 0.43 |
| 2 | 24.40 | 12.40 | 403.41 | 152.96 | 0.38 |
| 3 | 25.00 | 12.70 | 423.33 | 168.25 | 0.40 |
| 4 | 24.60 | 12.30 | 403.44 | 161.11 | 0.40 |
| Resistencia promedio de la adherencia del mortero f_{adh} (kg/cm ²) | | | | | 0.40 |
| Desviación estándar de la resistencia a la adherencia del mortero (kg/cm ²) | | | | | 0.02 |
| Coeficiente de variación de la adherencia del mortero (dispersión) | | | | | 5.62% |

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 45, resumen de resultados podemos observar que los morteros elaborados con paja al 0.50% obtuvo mayor resistencia a la adherencia.

Tabla 45: Resumen de resistencia promedio de adherencia por tipo de mortero.

| Tipo de mortero | Resistencia promedio de la adherencia del mortero f_{adh} (kg/cm ²) | Desviación estándar de la resistencia a la adherencia del mortero (kg/cm ²) | Coeficiente de variación de la adherencia del mortero (dispersión) | Resistencia a promedio de la adherencia del mortero en (%) |
|--|---|---|--|--|
| MORTERO TRADICIONAL CON 0.5% PAJA (TIPO 1) | 0.64 | 0.03 | 5.05% | 100% |
| MORTERO INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 0.5% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 1) | 0.43 | 0.02 | 3.86% | 67.11% |
| MORTERO INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 1.0% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 1) | 0.40 | 0.02 | 5.62% | 62.97% |

Fuente: Elaboración propia

b. Análisis comparativo de la resistencia de adherencia del mortero de barro.

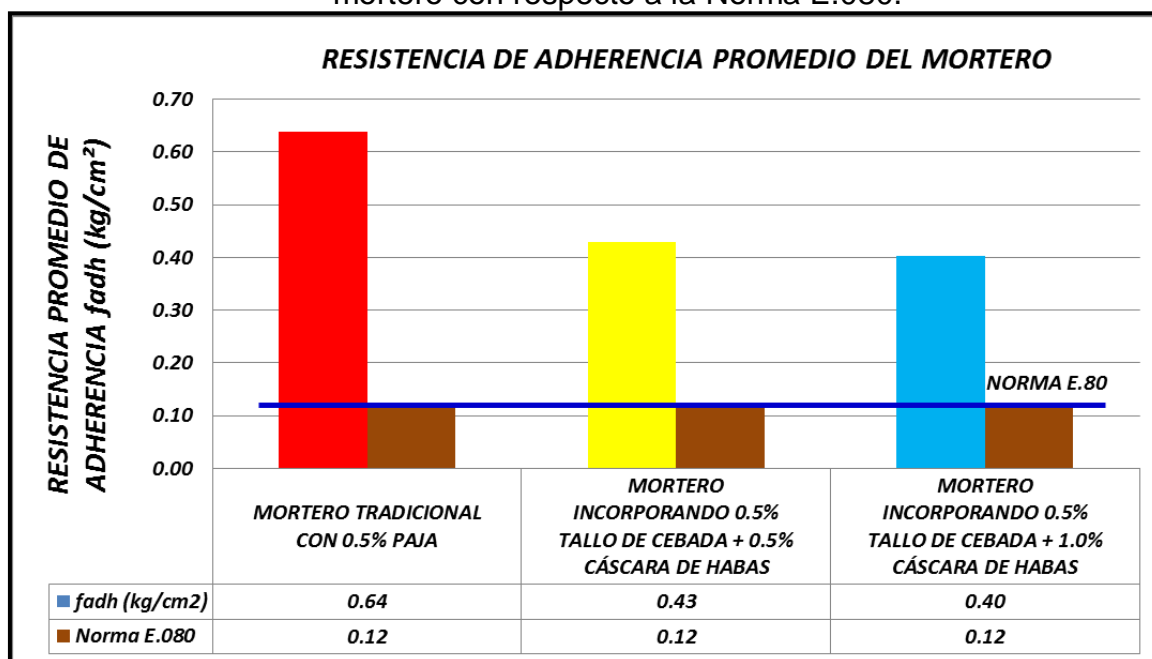
En la tabla 46 y figura 43 se aprecia el comparativo de los resultados del ensayo con la Norma E.080, así también el porcentaje que incrementa estos resultados con respecto a los parámetros mínimos de la Norma E.080.

Tabla 46: Análisis comparativo de la resistencia a la adherencia por tipo de mortero con respecto a la Norma E.080.

| Tipo de mortero | Resistencia promedio de la adherencia del mortero f_{adh} (kg/cm ²) | Esfuerzo de rotura mínimo según Norma E.080 (kg/cm ²) | Porcentaje de incremento con respecto a la Norma E.080 |
|--|---|---|--|
| MORTERO TRADICIONAL CON 0.5% PAJA (TIPO 1) | 0.64 | 0.12 | 432.44% |
| MORTERO INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 0.5% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 2) | 0.43 | 0.12 | 257.31% |
| MORTERO INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 1.0% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 3) | 0.40 | 0.12 | 235.27% |

Fuente: Elaboración propia

Figura 43: Análisis comparativo de la resistencia a la adherencia por tipo de mortero con respecto a la Norma E.080.



Fuente: Elaboración propia

La Norma E.080 no contempla este ensayo, sin embargo podemos hacer un comparativo con los parámetros mínimos de esfuerzo de rotura para medir la resistencia del mortero a la flexión, puesto que en cierta forma al realizar el ensayo de adherencia se determina el esfuerzo de tracción al momento en que se despegan los adobes.

- El mortero tradicional con 0.5% de paja obtuvo una resistencia a la adherencia promedio de 0.64 kg/cm^2 , este resultado cumple con los parámetros mínimos establecidos en la Norma E.080 el cual es de 0.12 kg/cm^2 , además se observa en la tabla 46 un incremento de 432.44% con respecto a la Norma E.080.
- El mortero incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas obtuvo una resistencia a la adherencia promedio de 0.43 kg/cm^2 , este resultado cumple con los parámetros mínimos establecidos en la Norma E.080 el cual es de 0.12 kg/cm^2 , además se observa en la tabla 46 un incremento de 257.31% con respecto a la Norma E.080.
- El mortero incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas obtuvo una resistencia a la adherencia promedio de 0.40 kg/cm^2 , este resultado cumple con los parámetros mínimos establecidos en la Norma E.080 el cual es de 0.12 kg/cm^2 , además se observa en la tabla 46 un incremento de 235.27% con respecto a la Norma E.080.

4.3 Pilas de adobe tradicional y adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas.

4.3.1 Desarrollo de resultados y análisis comparativo de la resistencia a la compresión axial en pilas de adobe.

a. Desarrollo de resultados de la resistencia a la compresión axial en pilas de adobe.

En la tabla 47 se muestra los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura en pilas de adobe elaborados con 0.5% de paja son los siguientes, se obtuvo una resistencia a la compresión axial promedio de 15.36 kg/cm^2 , una desviación estándar de 1.38, un coeficiente de variación y/o dispersión de 8.96% y una resistencia característica de 13.98 kg/cm^2 .

Tabla 47: Resistencia a la compresión axial en pilas de adobe tradicional con 0.5% de paja (T1).

| MUESTRA | DIMENSIONES DE LA PILA (centímetros) | | | SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO (cm ²) | CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA LA PILA (kg.) | RESISTENCIA DE LA PILA DE ADOBE A COMPRESIÓN AXIAL f_m (kg/cm ²) |
|--|--------------------------------------|---------|--------|---|---|--|
| | LONGITUD | ESPESOR | ALTURA | | | |
| 1 | 24.30 | 12.00 | 39.80 | 291.60 | 4433.66 | 15.20 |
| 2 | 25.00 | 12.50 | 38.80 | 312.50 | 5057.71 | 16.18 |
| 3 | 24.30 | 12.50 | 39.30 | 303.75 | 4095.12 | 13.48 |
| 4 | 24.50 | 12.30 | 39.90 | 301.35 | 4991.43 | 16.56 |
| Resistencia promedio de la pila de adobe a compresión axial f_m (kg/cm ²) | | | | | | 15.36 |
| Desviación estándar de la resistencia a compresión axial de la pila de adobe (kg/cm ²) | | | | | | 1.38 |
| Coeficiente de variación de la resistencia de pilas de adobe (dispersión) | | | | | | 8.96% |
| Resistencia característica de la pila de adobe a compresión axial f'_m (kg/cm ²) | | | | | | 13.98 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 48 se muestra los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura en pilas de adobe elaborados con incorporación de 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas son los siguientes, se obtuvo una resistencia a la compresión axial promedio de 8.91 kg/cm², una desviación estándar de 0.35, un coeficiente de variación y/o dispersión de 3.98% y una resistencia característica de 8.55 kg/cm².

Tabla 48: Resistencia a la compresión axial en pilas de adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas (T2).

| MUESTRA | DIMENSIONES DE LA PILA (centímetros) | | | SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO (cm ²) | CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA LA PILA (kg.) | RESISTENCIA DE LA PILA DE ADOBE A COMPRESIÓN AXIAL f_m (kg/cm ²) |
|--|--------------------------------------|---------|--------|---|---|--|
| | LONGITUD | ESPESOR | ALTURA | | | |
| 1 | 24.80 | 12.50 | 40.70 | 310.00 | 2786.84 | 8.99 |
| 2 | 25.00 | 12.50 | 39.20 | 312.50 | 2894.93 | 9.26 |
| 3 | 24.50 | 12.50 | 40.00 | 306.25 | 2744.01 | 8.96 |
| 4 | 24.80 | 12.30 | 40.40 | 305.04 | 2567.60 | 8.42 |
| Resistencia promedio de la pila de adobe a compresión axial f_m (kg/cm ²) | | | | | | 8.91 |
| Desviación estándar de la resistencia a compresión axial de la pila de adobe (kg/cm ²) | | | | | | 0.35 |
| Coeficiente de variación de la resistencia de pilas de adobe (dispersión) | | | | | | 3.98% |
| Resistencia característica de la pila de adobe a compresión axial f'_m (kg/cm ²) | | | | | | 8.55 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 49 se muestra los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura en pilas de adobe elaborados con incorporación de 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas son los siguientes, se obtuvo una resistencia a la compresión axial promedio de 8.64 kg/cm², una desviación estándar de 0.68, un coeficiente de variación y/o dispersión de 7.82% y una resistencia característica de 7.97 kg/cm².

Tabla 49: Resistencia a la compresión axial en pilas de adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas (T3).

| MUESTRA | DIMENSIONES DE LA PILA (centímetros) | | | SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO (cm ²) | CARGA EN EL MOMENTO O QUE FALLA LA PILA (kg.) | RESISTENCIA DE LA PILA DE ADOBE A COMPRESIÓN AXIAL f_m (kg/cm ²) |
|--|---|---------|--------|--|---|---|
| | LONGITUD | ESPESOR | ALTURA | | | |
| 1 | 25.00 | 12.50 | 38.60 | 312.50 | 2592.08 | 8.29 |
| 2 | 24.80 | 12.40 | 38.50 | 307.52 | 2419.75 | 7.87 |
| 3 | 24.70 | 12.50 | 39.20 | 308.75 | 2870.46 | 9.30 |
| 4 | 24.60 | 12.30 | 39.90 | 302.58 | 2757.27 | 9.11 |
| Resistencia promedio de la pila de adobe a compresión axial f_m (kg/cm ²) | | | | | | 8.64 |
| Desviación estándar de la resistencia a compresión axial de la pila de adobe (kg/cm ²) | | | | | | 0.68 |
| Coeficiente de variación de la resistencia de pilas de adobe (dispersión) | | | | | | 7.82% |
| Resistencia característica de la pila de adobe a compresión axial f'_m (kg/cm ²) | | | | | | 7.97 |

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 50, resumen de resultados podemos observar que las pilas de adobe elaborados con paja al 0.50% obtuvo mayor resistencia a la compresión axial.

Tabla 50: Resumen de resistencia promedio a compresión axial por tipo de pila.

| Tipo de pila | Resistencia promedio de la pila de adobe a compresión axial f_m (kg/cm ²) | Desviación estándar de la resistencia a compresión axial de la pila (kg/cm ²) | Coefficiente de variación de la resistencia de pilas de adobe (dispersión) | Resistencia promedio de la pila de adobe a compresión en (%) |
|--|---|---|--|--|
| PILA DE ADOBE TRADICIONAL CON 0.5% PAJA (TIPO 1) | 15.36 | 1.38 | 8.96% | 100% |
| PILA DE ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 0.5% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 2) | 8.91 | 0.35 | 3.98% | 58.00% |
| PILA DE ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 1.0% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 3) | 8.64 | 0.68 | 7.82% | 56.28% |

Fuente: Elaboración propia

b. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión axial en pilas de adobe.

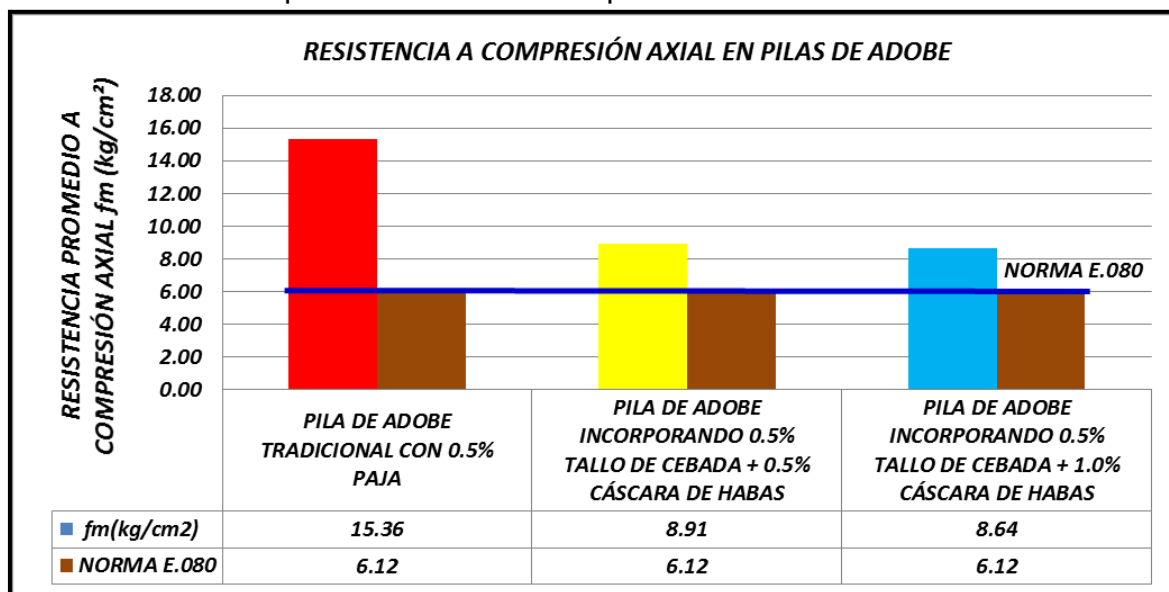
En la tabla 51 y figura 44 se aprecia el comparativo de los resultados del ensayo con la Norma E.080, así también el porcentaje que incrementa estos resultados con respecto a los parámetros mínimos de la Norma E.080.

Tabla 51: Análisis comparativo de la resistencia a compresión axial por tipo de pilas de adobe con respecto a la Norma E.080.

| Tipo de pila | Resistencia promedio de la pila de adobe a compresión axial f_m (kg/cm ²) | Esfuerzo de rotura mínimo según Norma E.080 (kg/cm ²) | Porcentaje de incremento con respecto a la Norma E.080 |
|--|---|---|--|
| PILA DE ADOBE TRADICIONAL CON 0.5% PAJA (TIPO 1) | 15.36 | 6.12 | 150.96% |
| PILA DE ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 0.5% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 2) | 8.91 | 6.12 | 45.55% |
| PILA DE ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 1.0% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 3) | 8.64 | 6.12 | 41.23% |

Fuente: Elaboración propia

Figura 44: Análisis comparativo de la resistencia a compresión axial por tipo de pilas de adobe con respecto a la Norma E.080.



Fuente: Elaboración propia

- Las pilas de adobe tradicional con 0.5% de paja obtuvo una resistencia a la compresión axial promedio de 15.36 kg/cm², este resultado cumple con los parámetros mínimos establecidos en la Norma E.080 el cual es de 6.12 kg/cm², además se observa en la tabla 51 un incremento de 150.96% con respecto a la Norma E.080.

- Las pilas de adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas obtuvo una resistencia a la compresión axial promedio de 8.91 kg/cm², este resultado cumple con los parámetros mínimos establecidos en la Norma E.080 el cual es de 6.12 kg/cm², además se observa en la tabla 51 un incremento de 45.55% con respecto a la Norma E.080.
- Las pilas de adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas obtuvo una resistencia a la compresión axial promedio de 8.64 kg/cm², este resultado cumple con los parámetros mínimos establecidos en la Norma E.080 el cual es de 6.12 kg/cm², además se observa en la tabla 51 un incremento de 41.23% con respecto a la Norma E.080.

4.4 Muretes de adobe tradicional y adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas.

4.4.1 Desarrollo de resultados y análisis comparativo de la resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe.

a. Desarrollo de resultados de la resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe.

En la tabla 52 se muestra los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura en muretes de adobe elaborados con 0.5% de paja son los siguientes, se obtuvo una resistencia a la compresión diagonal promedio de 1.60 kg/cm², una desviación estándar de 0.18, un coeficiente de variación y/o dispersión de 11.44% y una resistencia característica de 1.41 kg/cm².

Tabla 52: Resistencia a la compresión diagonal del murete de adobe tradicional con 0.5% de paja (T1)

| MUESTRA | DIMENSIONES DEL MURETE (centímetros) | | | SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO (cm ²) 2aem | CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL MURETE DE ADOBE (kg.) | RESISTENCIA DEL MURETE DE ADOBE A COMPRESIÓN DIAGONAL V _m (kg/cm ²) |
|--|--------------------------------------|---------------------------|--------|--|--|--|
| | LONGITUD (a) | ESPESOR (e _m) | ALTURA | | | |
| 1 | 39.40 | 12.20 | 38.20 | 961.36 | 1549.94 | 1.61 |
| 2 | 39.00 | 12.10 | 39.00 | 943.80 | 1648.85 | 1.75 |
| 3 | 38.80 | 12.00 | 39.00 | 931.20 | 1572.38 | 1.69 |
| 4 | 39.00 | 12.50 | 39.00 | 975.00 | 1301.14 | 1.33 |
| Resistencia promedio del murete de adobe a compresión diagonal V _m (kg/cm ²) | | | | | | 1.60 |
| Desviación estándar de la resistencia a compresión diagonal del murete de adobe (kg/cm ²) | | | | | | 0.18 |
| Coeficiente de variación de la resistencia del murete de adobe (dispersión) | | | | | | 11.44% |
| Resistencia característica del murete de adobe a compresión diagonal V' _m (kg/cm ²) | | | | | | 1.41 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 53 se muestra los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura en muretes de adobe elaborados con incorporación de 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas son los siguientes, se obtuvo una resistencia a la compresión diagonal promedio de 1.03 kg/cm², una desviación estándar de 0.09, un coeficiente de variación y/o dispersión de 8.75% y una resistencia característica de 0.94 kg/cm².

Tabla 53: Resistencia a la compresión diagonal del murete de adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas (T2)

| MUESTRA | DIMENSIONES DEL MURETE (centímetros) | | | SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO (cm ²) 2aem | CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL MURETE DE ADOBE (kg.) | RESISTENCIA DEL MURETE DE ADOBE A COMPRESIÓN DIAGONAL V _m (kg/cm ²) |
|--|--------------------------------------|---------------------------|--------|--|--|--|
| | LONGITUD (a) | ESPESOR (e _m) | ALTURA | | | |
| 1 | 39.20 | 12.40 | 38.70 | 972.16 | 1074.76 | 1.11 |
| 2 | 38.80 | 12.30 | 38.80 | 954.48 | 897.34 | 0.94 |
| 3 | 38.70 | 12.20 | 38.60 | 944.28 | 913.65 | 0.97 |
| 4 | 38.80 | 12.30 | 39.40 | 954.48 | 1061.51 | 1.11 |
| Resistencia promedio del murete de adobe a compresión diagonal V _m (kg/cm ²) | | | | | | 1.03 |
| Desviación estándar de la resistencia a compresión diagonal del murete de adobe (kg/cm ²) | | | | | | 0.09 |
| Coeficiente de variación de la resistencia del murete de adobe (dispersión) | | | | | | 8.75% |
| Resistencia característica del murete de adobe a compresión diagonal V' _m (kg/cm ²) | | | | | | 0.94 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 54 se muestra los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura en muretes de adobe elaborados con incorporación de 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas son los siguientes, se obtuvo una resistencia a la compresión diagonal promedio de 0.96 kg/cm^2 , una desviación estándar de 0.12, un coeficiente de variación y/o dispersión de 12.57% y una resistencia característica de 0.84 kg/cm^2 .

Tabla 54: Resistencia a la compresión diagonal del murete de adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas (T3)

| MUESTRA | DIMENSIONES DEL MURETE (centímetros) | | | SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO (cm^2) $2aem$ | CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL MURETE DE ADOBE (kg.) | RESISTENCIA DEL MURETE DE ADOBE A COMPRESIÓN DIAGONAL V_m (kg/cm^2) |
|--|---|----------------------|--------|--|---|---|
| | LONGITUD (a) | ESPESOR (e_m) | ALTURA | | | |
| 1 | 39.00 | 12.20 | 39.60 | 951.60 | 1015.62 | 1.07 |
| 2 | 38.50 | 12.50 | 39.00 | 962.50 | 1029.90 | 1.07 |
| 3 | 39.00 | 12.00 | 39.20 | 936.00 | 792.31 | 0.85 |
| 4 | 39.30 | 12.40 | 39.50 | 974.64 | 850.43 | 0.87 |
| Resistencia promedio del murete de adobe a compresión diagonal V_m (kg/cm^2) | | | | | | 0.96 |
| Desviación estándar de la resistencia a compresión diagonal del murete de adobe (kg/cm^2) | | | | | | 0.12 |
| Coeficiente de variación de la resistencia del murete de adobe (dispersión) | | | | | | 12.57% |
| Resistencia característica del murete de adobe a compresión diagonal V'_m (kg/cm^2) | | | | | | 0.84 |

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 55, resumen de resultados podemos observar que los muretes de adobe elaborados con paja al 0.50% obtuvo mayor resistencia a la compresión diagonal.

Tabla 55: Resumen de resistencia promedio a compresión diagonal por tipo de murete

| Tipo de murete | Resistencia promedio del murete de adobe a compresión diagonal V_m (kg/cm ²) | Desviación estándar de la resistencia a compresión diagonal del murete (kg/cm ²) | Coefficiente de variación de la resistencia del murete de adobe (dispersión) | Resistencia promedio del murete de adobe a compresión diagonal en (%) |
|--|--|--|--|---|
| MURETE DE ADOBE TRADICIONAL CON 0.5% PAJA (TIPO 1) | 1.60 | 0.18 | 11.44% | 100% |
| MURETE DE ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 0.5% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 2) | 1.03 | 0.09 | 8.75% | 64.64% |
| MURETE DE ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 1.0% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 3) | 0.96 | 0.12 | 12.57% | 60.42% |

Fuente: Elaboración propia

b. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe.

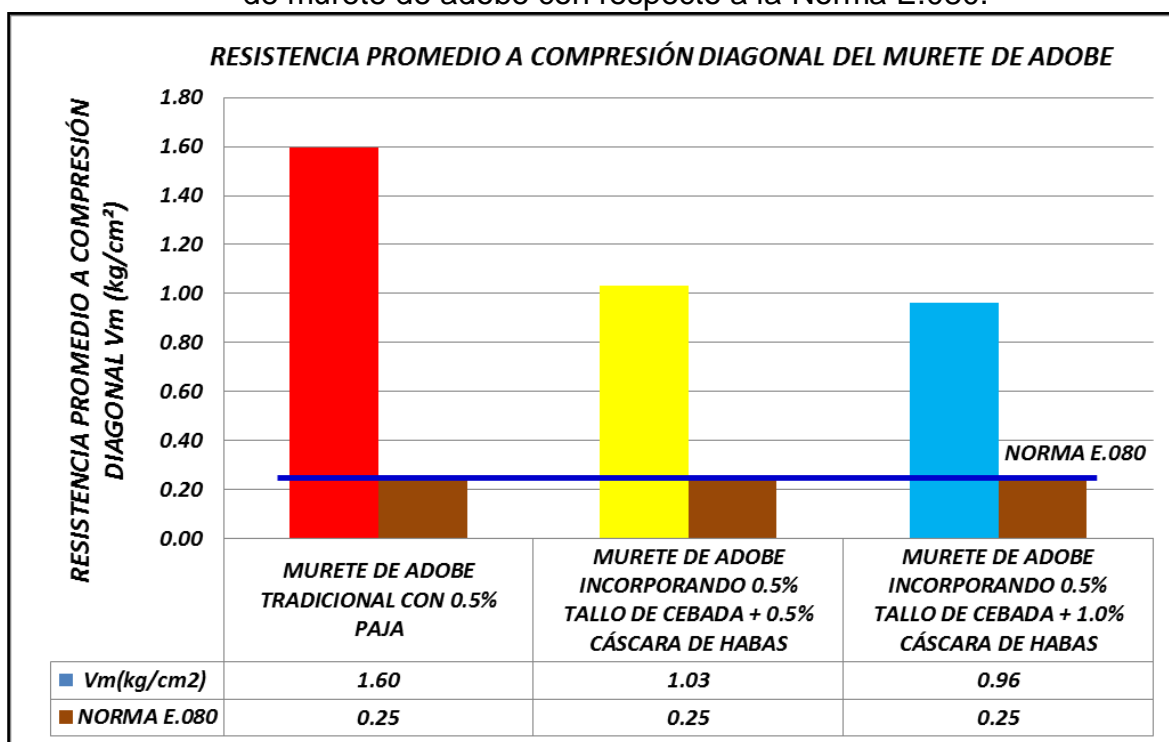
En la tabla 56 y figura 45 se aprecia el comparativo de los resultados del ensayo con la Norma E.080, así también el porcentaje que incrementa estos resultados con respecto a los parámetros mínimos de la Norma E.080.

Tabla 56: Análisis comparativo de la resistencia a compresión diagonal por tipo de murete de adobe con respecto a la Norma E.080

| Tipo de murete | Resistencia promedio del murete de adobe a compresión diagonal V_m (kg/cm ²) | Esfuerzo de rotura mínimo según Norma E.080 (kg/cm ²) | Porcentaje de incremento con respecto a la Norma E.080 |
|--|--|---|--|
| MURETE DE ADOBE TRADICIONAL CON 0.5% PAJA (TIPO 1) | 1.60 | 0.25 | 538.23% |
| MURETE DE ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 0.5% CÁSCARA DE HABAS (TIPO 2) | 1.03 | 0.25 | 312.54% |
| MURETE DE ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 1.0% CÁSCARA DE HABAS(TIPO 3) | 0.96 | 0.25 | 285.63% |

Fuente: Elaboración propia

Figura 45: Análisis comparativo de la resistencia a compresión diagonal por tipo de murete de adobe con respecto a la Norma E.080.



Fuente: Elaboración propia

- Los muretes de adobe tradicional con 0.5% de paja obtuvo una resistencia a la compresión diagonal promedio de 1.60 kg/cm², este resultado cumple con los parámetros mínimos establecidos en la Norma E.080 el cual es de 0.25

kg/cm², además se observa en la tabla 56 un incremento de 538.23% con respecto a la Norma E.080.

- Los muretes de adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas obtuvo una resistencia a la compresión diagonal promedio de 1.03 kg/cm², este resultado cumple con los parámetros mínimos establecidos en la Norma E.080 el cual es de 0.25 kg/cm², además se observa en la tabla 56 un incremento de 312.54% con respecto a la Norma E.080.
- Los muretes de adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas obtuvo una resistencia a la compresión diagonal promedio de 0.96 kg/cm², este resultado cumple con los parámetros mínimos establecidos en la Norma E.080 el cual es de 0.25 kg/cm², además se observa en la tabla 56 un incremento de 285.63% con respecto a la Norma E.080.

V. DISCUSIÓN

- En esta investigación se determinó la variación de valores de la variabilidad dimensional y volumétrica es decir en largo, ancho, altura y en volumen son los siguientes, para la muestra tipo 1: 2.17%, 2.30%, 1.54% y 5.90%, para la muestra tipo 2: 1.55%, 2.20%, 0.81% y 4.49% y finalmente para la muestra tipo 3: 1.63%, 2.20%, 1.03% y 4.78%.

De los resultados se interpreta que la muestra tipo 2 que corresponde al adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas presenta mejores resultados, ya que la variación de dimensiones es mínima con respecto a los otros.

De lo mencionado anteriormente la hipótesis específica 1 es aceptable donde se indica que al incorporar tallo de cebada y cáscara de habas mejorara los valores físicos de la unidad de albañilería.

Estos resultados guardan relación con la tesis de Chavez y Quispe (2018) ya que ellos determinaron mejores resultados al incorporar 5% plástico picado las cuales son 0.38%, 0.11%, 0.16% y 0.65%, así también Florez y Limpe (2018) en su investigación obtuvo mejores resultados al incorporar 0.05% de fibra de maguey estos resultados son: 2.53%, 2.02%, 0.49% y 4.90%.

Del análisis de estos resultados confirmamos que al incorporar algún tipo de fibra a la tierra óptima para la fabricación de adobes mejora la variabilidad dimensional y volumétrica.

- En la presente investigación al determinar la variación de valores mecánicos de la unidad de albañilería de adobe tradicional y adobes incorporando tallo de cebada y cáscara de habas se pudo encontrar que la resistencia promedio a la compresión para el adobe tipo 1, 2 y 3 se tiene, 31.05, 24.86, 22.47 kg/cm² y en la resistencia promedio a la flexión se tiene los siguientes resultados: 7.50, 5.65 y 5.09 kg/cm².

Esto quiere decir que mientras incorporas más cáscara de habas al barro la resistencia a la compresión y a la flexión disminuye, así también se determina que los adobes realizados incorporando tallo de cebada más cáscara de habas se aproxima considerablemente a los resultados del adobe tradicional, lo cual quiere decir que es una buena alternativa para reemplazar la paja.

De lo mencionado anteriormente, la hipótesis específica 1 es aceptable ya que al incorporar tallo de cebada y cáscara de habas incrementa las propiedades mecánicas del adobe con respecto a la Norma E.080.

Estos resultados son corroborados con la tesis de Chavez y Quispe (2018) puesto que en resistencia a compresión ellos obtuvieron 24.02, 23.65, 24.84, 27.29 y 25.89 kg/cm², del cual el resultado más favorable corresponde al adobe estabilizado con 5% plástico picado, a su vez según Florez y Limpe (2018) en cuanto a la resistencia a la flexión se obtuvo los siguientes resultados 5.71, 4.85, 5.18, 5.81, 6.45 kg/cm².

Del análisis de estos resultados confirmamos que al incorporar algún tipo de fibra a la tierra óptima para la fabricación de adobes, mejora las propiedades mecánicas de la unidad de albañilería de adobe.

- Con respecto a la variación de valores del comportamiento mecánico del mortero, para los morteros tipo 1, 2 y 3 se tiene los siguientes resultados, 17.68, 10.89 y 10.52 kg/cm² con respecto a la resistencia a la compresión y en resistencia a la adherencia se tiene 0.64, 0.43 y 0.40 kg/cm².

Estos resultados nos indican que al incorporar mayor porcentaje de cáscara de habas la resistencia a la compresión y adherencia del mortero disminuyen.

De lo indicado anteriormente se acepta la hipótesis específica 2 puesto que al hacer el comparativo con la Norma E.080 los resultados obtenidos lo superan.

En cuanto a los resultados de resistencia a la compresión del mortero estos no guardan relación alguna con lo que determinaron Chavez y Quispe (2018), ya que ellos obtuvieron 63.99, 69.01, 70.24, 76.39 y 72.67 kg/cm² y también no guarda relación con el estudio de Florez y Limpe (2018) ya que ellos obtuvieron 5.15, 4.61, 4.61, 6.70 y 7.80 kg/cm², al comparar estas investigaciones se aprecia un considerable variación de datos, sin embargo con respecto a la resistencia de adherencia del mortero si guardan relación con el estudio de Chávez y Quispe (2018) y también con el estudio de Florez y Limpe (2018), los resultados obtenidos son 0.21, 0.24, 0.27, 0.30, 0.26 kg/cm² y 0.39, 0.22, 0.45, 0.33, 0.42 kg/cm² respectivamente, ya que en estos resultados se aprecian similitud.

Con todo lo anteriormente señalado con respecto a la resistencia a la compresión del mortero cabe precisar que deberán hacerse mejores estudios, básicamente al contenido de humedad que debe presentar la tierra para mortero.

- En la presente investigación, en cuanto a la variación de valores de la resistencia a la compresión axial de pilas de adobe tradicional e incorporando tallo de cebada y cáscara de habas se tiene los siguiente resultados.

Para la muestra de pila tipo 1, 2 y 3 se tiene 15.36, 8.91 y 8.64 kg/cm² respectivamente.

De los resultados se determina que las pilas elaboradas con adobes de mayor porcentaje de cáscara de habas disminuye la resistencia a compresión axial, así también se determina que las pilas realizadas incorporando tallo de cebada más cáscara de habas se aproxima considerablemente a los resultados de pilas con adobe tradicional, lo cual quiere decir que el tallo de cebada y la cáscara de habas son una buena alternativa para reemplazar la paja.

Así mismo a partir de los resultados encontrados aceptamos la hipótesis específica 3, puesto que las pilas elaboradas con adobe y mortero incorporando tallo de cebada y cáscara de habas, aumenta la resistencia a la compresión axial con respecto a la Norma E.080.

Estos resultados guardan relación con lo que sostienen Chavez y Quispe (2018), ya que ellos obtuvieron los siguientes resultados 14.81, 16.13, 16.37, 16.59 y 16.34, así también Florez y Limpe determinaron 8.56, 8.11, 8.11, 8.95 y 9.07 kg/cm².

En tal sentido, del análisis de estos resultados confirmamos que la incorporación de tallo de cebada y cáscara de habas en los adobes y mortero son adecuadas para la construcción de viviendas.

- En la presente investigación, en cuanto a la variación de valores de la resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe tradicional e incorporando tallo de cebada y cáscara de habas se tiene los siguiente resultados.

Para la muestra de muretes tipo 1, 2 y 3 se tienen 1.60, 1.03 y 0.96 kg/cm² respectivamente.

De los resultados se determina que los muretes elaboradas con adobes de mayor porcentaje de cáscara de habas disminuye la resistencia a compresión diagonal, así también se determina que los muretes realizadas incorporando tallo de cebada más cáscara de habas se aproxima considerablemente a los resultados de los muretes con adobe tradicional, lo cual quiere decir que el tallo de cebada y la cáscara de habas son una buena alternativa para reemplazar la paja.

Así mismo a partir de los resultados encontrados aceptamos la hipótesis específica 4, puesto que los muretes elaborados con adobe y mortero incorporando tallo de cebada y cáscara de habas, aumenta la resistencia a la compresión diagonal con respecto a la Norma E.080.

Estos resultados guardan relación con lo que sostienen Chavez y Quispe (2018), ya que ellos obtuvieron los siguientes resultados 1.69, 1.75, 1.83, 1.88 y 1.81 kg/cm², así también Florez y Limpe determinaron 0.43, 0.40, 0.40, 0.48 y 0.55 kg/cm².

En tal sentido, del análisis de estos resultados confirmamos que la incorporación de tallo de cebada y cáscara de habas en los adobes y mortero son adecuadas para la construcción de viviendas.

VI. CONCLUSIONES

1. Según el objetivo general.

En esta tesis se comparó el comportamiento físico mecánico del adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas con respecto a la Norma E.080. En tal sentido se vio que el adobe elaborado con la incorporación de 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas y el adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas, presentan un comportamiento físico y mecánico favorable, esto se afirma ya que las dos muestras en sus resultados de rotura a la compresión, a la flexión, compresión axial y compresión diagonal superan ampliamente los parámetros mínimos que contemplan en la Norma E.080, por esta razón la hipótesis general es aceptable.

2. Según el objetivo específico 01.

En la presente investigación se determinó la variación de valores **físicos y mecánicos de la unidad de albañilería de adobe** incorporando tallo de cebada y cáscara de habas.

Del cual la muestra tipo 2, es decir los adobes incorporados al 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas obtuvieron menos variación de dimensiones después de los 28 días de secado, en cuanto a la absorción las muestras sumergidas al agua durante 30 minutos se desintegraron parcial o totalmente, del cual se concluye que el tallo de cebada y cáscara de habas no aporta favorablemente en esta propiedad.

Así mismo se determinó la variación de valores en la resistencia a compresión y flexión de la unidad de adobe, con respecto a la **resistencia a la compresión**, Para el adobe tipo 2 existe una disminución de 19.9% y para el adobe tipo 3 existe una disminución de 27.6% con respecto al adobe tradicional, así mismo el adobe tipo 2 tiene un incremento de 143.7% y el adobe tipo 3 tiene un incremento de 120.3% con respecto a la Norma E.080.

Por otro lado en la **resistencia a la flexión**, en el adobe tipo 2 existe una disminución de 24.7% y en el adobe tipo 3 existe una disminución de 32.1% con respecto al adobe tradicional, así mismo en el adobe tipo 2 existe un incremento de 597.2% y en el adobe tipo 3 existe un incremento de 528.5% con respecto a la Norma E.080, de lo mencionado anteriormente se acepta la hipótesis específica 1.

3. Según el objetivo específico 02.

En la presente tesis se determinó la variación de valores mecánicos del mortero incorporando tallo de cebada y cáscara de habas.

En cuanto a la **resistencia a la compresión del mortero**, la muestra tipo 2 disminuyó en 38.4% y la muestra tipo 3 disminuyó en 40.5% respecto al mortero tradicional, sin embargo la muestra tipo 2 incrementó en 6.7% y la muestra tipo 3 incrementó en 3.2% con respecto a la Norma E.080, en cuanto a la **resistencia de adherencia del mortero**, la muestra tipo 2 disminuyó en 32.9% y la muestra tipo 3 disminuyó en 37% respecto al mortero tradicional, así mismo la muestra tipo 2 incrementó en 257.3% y la muestra tipo 3 incremento 235.3% con respecto a la Norma E.080, por lo cual validamos la hipótesis específica 2.

4. Según el objetivo específico 03.

En la presente tesis de investigación se determinó la variación de valores en la **resistencia a la compresión axial** de pilas de adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas.

En tal sentido la pila de adobe tipo 2 presenta una disminución de 42% y la pila de adobe tipo 3 presenta una disminución de 43.7% con respecto a la pila de adobe tradicional, sin embargo la pila de adobe tipo 2 incrementa en 45.6% y la pila de adobe tipo 3 incrementa en 41.2% respecto a la Norma E.08, en tal sentido aceptamos la hipótesis específica 3.

5. Según el objetivo específico 04.

En la presente tesis de investigación se determinó la variación de valores de la **resistencia a la compresión diagonal** de muretes de adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas.

Del cual el murete de adobe tipo 2 presenta una disminución de 35.4% y el murete de adobe tipo 3 presenta una disminución de 39.6% con respecto al murete de adobe tradicional, por otro lado el murete de adobe tipo 2 incrementó en 312.5% y el murete de adobe tipo 3 incrementó en 285.6% con respecto a la Norma E.080, por lo cual aceptamos la hipótesis específica 4.

VII. RECOMENDACIONES

- 1.** Establecida la conclusión general se recomienda durante la ejecución de las unidades de albañilería, seleccionar adecuadamente la cáscara de habas a incorporar, puesto que dentro de ellas pudieran existir granos de habas, ya que estos al juntarse con agua y tierra se fertilizan y crecen durante el proceso de secado del adobe, y como resultado se obtiene adobes con fisuras y desproporcionadas, esto indudablemente afecta en las propiedades física y mecánicas de la unidad de albañilería de adobe.
- 2.** Según nuestra conclusión 02 la incorporación de tallo de cebada más cáscara de habas no influye favorablemente en la absorción, en tal sentido si en el futuro se realizan construcciones con este tipo de adobe, se recomienda revestir el adobe, de tal manera se evita el contacto con el agua.
- 3.** Se recomienda realizar futuras investigaciones enfocadas solamente al mortero de barro, donde se adicionen tallo de cebada y cascar de habas en mayor variación de porcentajes con respecto al peso seco de la tierra, de tal manera se determinara un porcentaje óptimo de tallo de cebada y cáscara de habas.
- 4.** Durante la elaboración de pilas de adobe, se recomienda remojar al menos durante 30 segundos las superficies de unión de adobes, así mismo enfatizar en la verticalidad y horizontalidad de la pila, puesto que estos factores tendrán mucha relevancia al momento de medir la resistencia a la compresión axial.
- 5.** Se recomienda realizar los protocolos de seguridad para el transporte de los muretes de adobe al laboratorio, en vista que al movimiento del vehículo puede alterar la resistencia a la compresión diagonal del murete.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCE C., Ruben y RODRIGUEZ Y., Victor R. 2014. *Tesis "Propuesta del empleo del adobe reforzado con geomalla en la construcción de viviendas unifamiliares de un piso en el pueblo Joven Yanama - Ayacucho"*. Ayacucho : s.n., 2014.

ARTEAGA P., Jaime M. y LOJA S., Luis A. 2018. "diseño de adobes estabilizados con emulsión asfáltica". *Repositorio Universidad de Cuenca - Ecuador*. [En línea] 2018. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/45>.

ASTM C293. 1994. *Standard Test Method for Strength of Concrete (Using Simple Beam with Center-Point Loading)*. 1994.

CALDERÓN, J. 2013. Tecnologías para la fabricación de bloques de tierra de gran resistencia. Universidad Politécnica de Catalunya - Departamento de Construcción Arquitectónica I. Máster Oficial en Tecnología de la Arquitectura - Construcción e Innovación Tecnológica. [En línea] 05 de Setiembre de 2013. <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/handle/28000/1211>.

CHAVEZ PAREJA, WILLHOME Luis y QUISPE TARACAYA, Jose Luis. 2018. "Evaluación del comportamiento físico mecánico de la unidad de albañilería de adobe con adición de botellas de plástico picado en la ciudad del Cusco, 2018". *Repositorio UNSAAC*. [En línea] 2018. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/>.

DIEGO A., Erba. 2013. *Definición de políticas de suelo urbano en América Latina*. USA : Editor. – Viçosa, MG, 2013. ISBN 978-85-906701-4-8.

FLORES LEON, Franklin y LIMPE ZEVALLOS, Yesica. 2018. "Influencia de la fibra de maguey (furcraea andina) en las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe tradicional. cusco - 2018". *Repositorio UNSAAC*. [En línea] 2018. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/>.

GOYOAGA J., Carmen. 2005. *Estudio de factores no nutritivos en "vicia faba l." influencia de la germinación sobre su valor nutritivo*. Madrid : s.n., 2005. ISBN: 84-669-2747-6.

HERNÁNDEZ S., Roberto. 2014. *Metodología de la Investigación*. s.l. : Editorial S.A. de C.V. interamericana, 2014.

INVESTIGACIONES ANDINA, Vol. 17. 2015. Informantes y muestreo en investigación. [En línea] 30 de Abril de 2015. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=239035878001>. ISSN: 0124-8146.

IZCARA P., Simon. 2007. *Introducción al Muestreo*. México : s.n., 2007.

JUAREZ, E. y RICO, R. 1968. *Mecánica de Suelos Tomo I*. México : Editorial Limusa. S.A. de C.V., 1968.

LEÓN, D. 2010. *Evaluación del rendimiento de dos variedades mejoradas y una tradicional de cebada (Hordeum vulgare L.)*. Tunshi, Provincia de Chimborazo : s.n., 2010.

MONTES B., Jose L. 2009. "Estudio del efecto de la fibra de bagazo de agave angustifolia haw en la resistencia a flexión y compresión del adobe compactado.". *Repositorio IPN - Mexico*. [En línea] 2009. <https://www.ipn.mx/biblioteca/repositorios/>.

MORENO P., Leandro y GARCIA T., Jossie. 2019. "Estabilización de adobes con fibras de bambú. caso de estudio: proyecto de construcción de viviendas de interés social en el barrio "el pantanal",

granada, nicaragua.". *Repositorio Universidad Simon Bolivar*. [En línea] 2019. <https://bonga.unisimon.edu.co/>.

MTC 1495. 2001. *Ensayo para determinar el contenido de humedad de suelos y rocas, con base en la masa*. Colombia : Editorial: Soils. Standard test method for laboratory determination of water content of soil and rock by mass., 2001.

MUÑOZ, M. 2007. *Tesis Doctoral "Control genético y variación transcripcional de la embriogénesis de la microspora en cebada"*. Zagarosa : s.n., 2007.

NIETO PALOMINO, Lucero A. y TELLO PEREZ, Edna F. 2019. "Adobe estabilizado con mucílago de penca de tuna, resistentes al contacto con el agua para la construcción de viviendas populares empleados en la sierra del Perú". *Repositorio UPC*. [En línea] 2019. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/>.

NMX-C-082. 1974. "Determinación del esfuerzo de adherencia de los ladrillos cerámicos y el mortero de las juntas". México : s.n., 1974.

Norma ASTM C-67. 1999. *Métodos de ensayo estándar para el muestreo y la prueba de ladrillo y ladrillo de arcilla estructural*. 1999.

Norma E.080. 2017. *Diseño y construcción con tierra reforzada*. Lima - Perú : s.n., 2017.

NTP 339.128. 1999. *Métodos de Ensayo para el Análisis Granulométrico*. Lima - Perú : s.n., 1999.

NTP 339.129. 1999. *Método de Ensayo para Determinar el Límite Líquido*. Lima - Perú : s.n., 1999.

NTP 339.131. 1999. *Norma Técnica Peruana*. s.l. : Comisión de Reglamento y Comerciales - INDECOPI, 1999.

NTP 339.613. 2005. *Unidades de albañilería - Métodos de muestreo y ensayos de ladrillos de arcilla usados en albañilería*. Perú - Lima : s.n., 2005.

NTP 399.604. 2002. *Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto*. Perú - Lima : s.n., 2002.

RAMIREZ, A. 2012. *Comportamiento sísmico del adobe confinado variable: Refuerzo Horizontal*. Lima - Perú : s.n., 2012.

RIVERA T., Edvin. 2018. *Repositorio UNFV. Tesis: estimación de carbono biomasa del Stipa ichu densidad del Stipa ichu Microcuenca Chaclatacana Ingeniería ambiental*. [En línea] 2018. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2505>. oai:172.16.0.151:UNFV/2505.

SÁENZ, F. C. 2015. *Determinación de las propiedades Físico - Mecánicas de las unidades de albañilería*. Cajamarca - Perú : s.n., 2015.

TAMAYO, Mario. 1995. *Aprender a Investigar*. Cali - Colombia : Editorial Arfoeditores LTDA, 1995.

UNAM. 1956 - 2021. Instituto de Ingeniería - Laboratorio de Mecánica de suelos. [En línea] 1956 - 2021. <http://www.ii.unam.mx/es-mx/Investigacion/Capacidades-Experimentales/Mecanica-de-suelos/Paginas/default.aspx>.

ANEXOS

Matriz de consistencia

Ficha de ubicación de la cantera

Panel fotográfico

Informe de Ensayos de Laboratorio

MATRIZ DE CONSISTENCIA

| “ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO TALLO DE CEBADA Y CÁSCARA DE HABAS, DISTRITO DE SICUANI - 2021.” | | | | | | |
|--|---|---|---|--|---|--|
| Problema | Objetivos | Hipótesis | Variables | Dimensiones | Indicadores | Metodología |
| <p>Problema general</p> <p>¿De qué manera incorporando tallo de cebada y cáscara de habas mejorará el comportamiento físico mecánico del adobe en el distrito de Sicuani 2021?</p> | <p>Objetivo general</p> <p>Comparar el comportamiento físico mecánico del adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas con respecto a la Norma E.080 en el distrito de Sicuani 2021.</p> | <p>Hipótesis general</p> <p>Mejorará el comportamiento físico mecánico del adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas con respecto a la Norma E.080, en el distrito de Sicuani 2021.</p> | <p>Independientes</p> <p>Tallo de Cebada y Cáscara de Habas.</p> | <p><u>Dimensión V.I</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Cáscara de Habas • Tallo de Cebada. • Suelo | <p><u>Indicadores V.I</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • T1= 0.5 %Paja • T2= 0.5 %CH y 0.5%TC • T3= 1%CH y 0.5 %TC | <p>Tipo de investigación Aplicada</p> <p>Enfoque Cuantitativo</p> <p>Diseño Experimental</p> |
| <p>Problemas específicos</p> <p>a.- ¿Cuánto será la variación de valores físico mecánico de la unidad de albañilería de adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas?</p> <p>b.- ¿Cuánto será la variación de valores mecánico del mortero incorporando tallo de cebada y cáscara de habas?</p> <p>c.- ¿Cuánto será la variación de valores en la resistencia a la compresión axial de pilas de adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas?</p> <p>d.- ¿Cuánto será la variación de valores en la resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas?</p> | <p>objetivos específicos</p> <p>a.- Determinar la variación de valores físico mecánico de la unidad de albañilería de adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas.</p> <p>b.- Determinar la variación de valores mecánicos del mortero incorporando tallo de cebada y cáscara de habas.</p> <p>c.- Determinar la variación de valores en la resistencia a la compresión axial de pilas de adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas.</p> <p>d.- Determinar la variación de valores en la resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas.</p> | <p>Hipótesis específicas</p> <p>a.- Al incorporar tallo de cebada y cáscara de habas mejorará los valores físicos mecánicos de la unidad de albañilería de adobe con respecto a la Norma E.080.</p> <p>b.- Al incorporar tallo de cebada y cáscara de habas mejorará los valores mecánicos del mortero con respecto a la Norma E.080.</p> <p>c.- Al incorporar tallo de cebada y cáscara de habas mejorará los valores de la resistencia a la compresión axial de pilas de adobe con respecto a la Norma E.080.</p> <p>d.- Al incorporar tallo de cebada y cáscara de habas mejorará los valores de la resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe con respecto a la Norma E.080.</p> | <p>Dependientes</p> <p>Comportamiento Físico Mecánico del Adobe.</p> | <p><u>Dimensión V.D</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Propiedades físicas. • Mortero de Adherencia • Propiedades Mecánicas. | <p><u>Indicadores V.D</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad dimensional • Absorción • Límites de ATTERBERG <p>Ensayo de Adherencia (kg/cm²)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la Compresión de la unidad de albañilería. • Resistencia de compresión de pilas. • Resistencia de compresión de diagonal de muretes. | <p>Nivel Descriptivo Correlacional</p> <p>Población La población del estudio corresponde a las 312 unidades de albañilería de adobe, elaborados para los tres tipos de adobes.</p> <p>Muestra Fracción de la totalidad de la población para el objeto de estudio, corresponde a 132 muestras o probetas de estudio.</p> <p>Muestreo No probabilístico de tipo intencional.</p> |

UBICACIÓN DE CANTERA

Nombre del Informe de investigación.

“Estudio del comportamiento físico mecánico del adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas, Distrito de Sicuani - 2021”

Localización:

Región : Cusco
Provincia : Canchis
Distrito : Sicuani
Localidad : C.C. de Chumo y C.C. de Trapiche

Ubicación de las canteras Propuestas



Fuente: Google Earth

De la figura 46 podemos concluir que la cantera de trapiche presenta mejor comportamiento físico del suelo, por lo que se opta para la presente investigación.

PANEL FOTOGRÁFICO DE INFORME DE INVESTIGACIÓN

Fotografía 01: Vista de cantera de Chumo.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 02: Vista de cantera de Trapiche.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 03: Prueba Cinta de Barro en la cantera de Chumo.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 04: Prueba Cinta de Barro en la cantera de Trapiche.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 05: Prueba Resistencia seca en la cantera de Chumo.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 06: Prueba Resistencia seca en la cantera de Trapiche.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 07: Prueba de la botella con tierra de la cantera de Chumo.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 08: Prueba de la botella con tierra de la cantera de Trapiche.



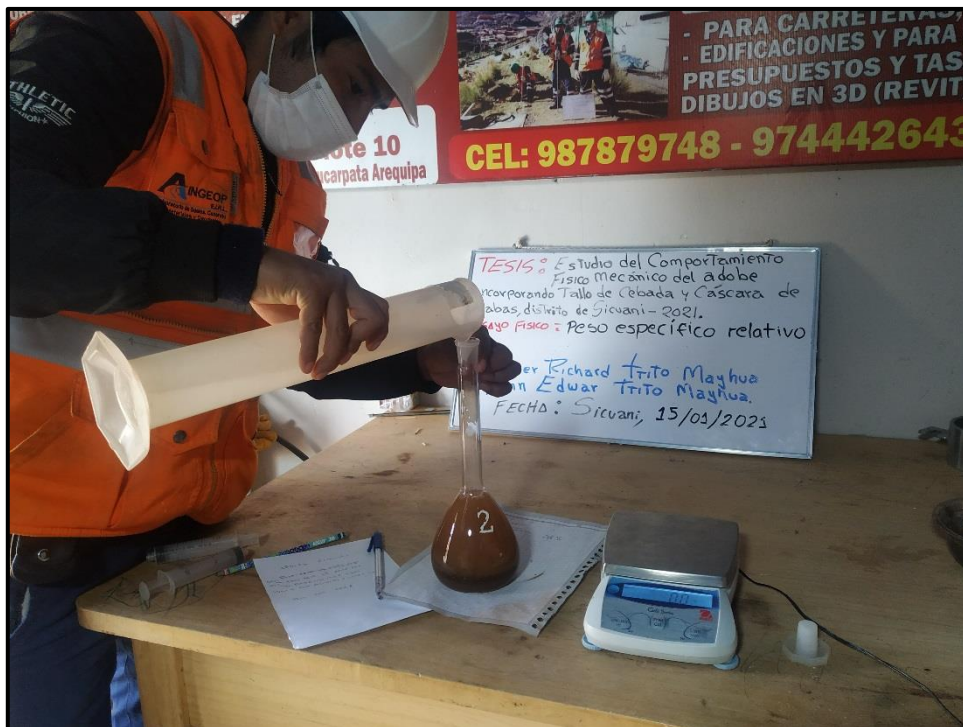
Fuente: Elaboración propia

Fotografía 09: Vista del ensayo de contenido de humedad de la cantera de Trapiche.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 10: Vista del ensayo de peso específico relativo de la cantera de Trapiche.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 11: Cuarteo de tierra de la cantera de Trapiche para el análisis granulométrico.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 12: Secado de la muestra después del lavado.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 13: Tamizado de la muestra a las 24 horas de secado.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 14: Muestra retenida en los tamices, análisis granulométrico de la cantera de Trapiche.



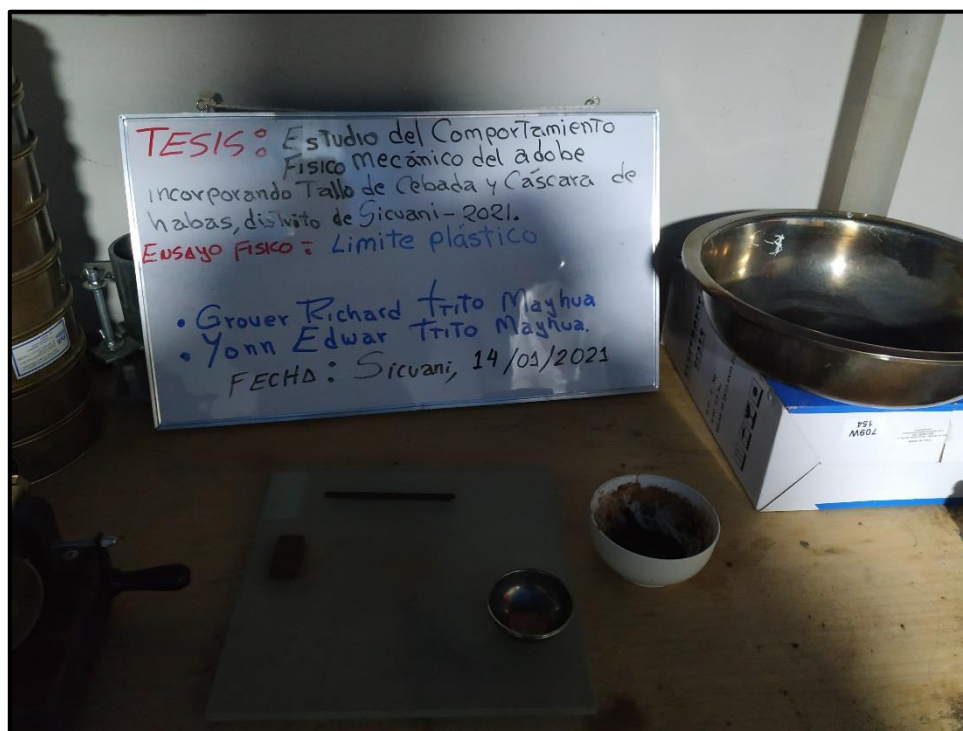
Fuente: Elaboración propia

Fotografía 15: Ensayo de Límite Líquido.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 16: Ensayo de Límite Plástico.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 17: Tierra de la cantera de trapiche, extraída para la elaboración de adobes.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 18: Cortado de la paja para la elaboración de adobes.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 19: Cortado del tallo de cebada para la elaboración de adobes.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 20: Cáscara de habas a incorporar, en la fabricación de adobes.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 21: Preparación de barro incorporando 0.5% de paja.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 22: Preparación de barro con la incorporación de 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 23: Preparación de barro con la incorporación de 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 24: Elaboración de adobes tradicional con 0.5% de paja.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 25: Elaboración de adobes incorporando tallo de cebada más cáscara de habas.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 26: Colocación de canto para facilitar el secado.



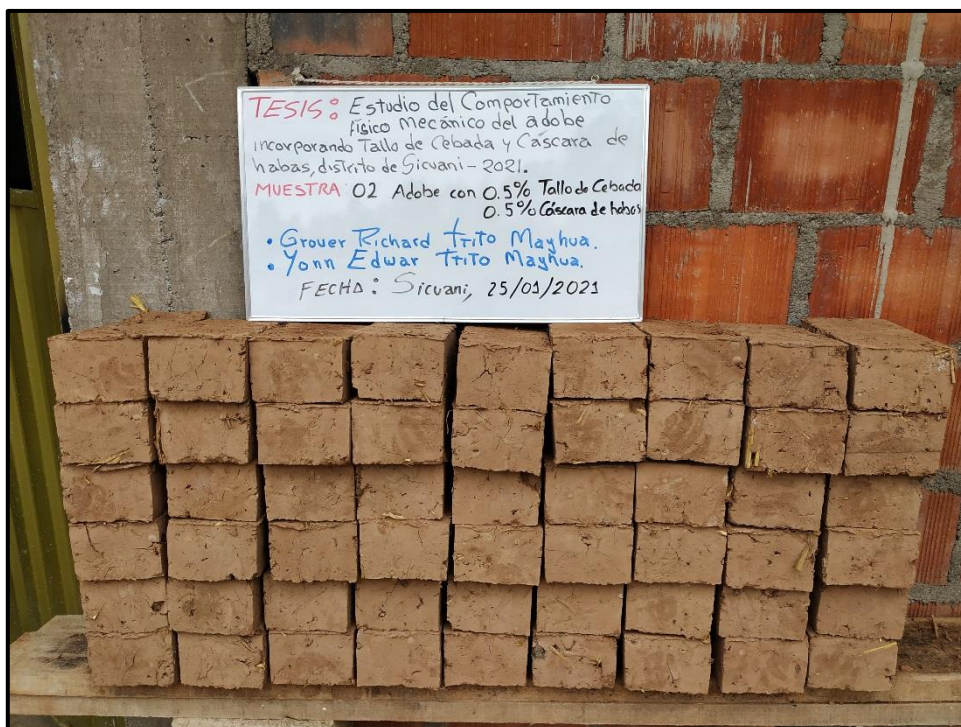
Fuente: Elaboración propia

Fotografía 27: Apilado del adobe tradicional con 0.5% de paja.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 28: Apilado del adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 0.5% cáscara de habas.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 29: Apilado del adobe incorporando 0.5% tallo de cebada más 1.0% cáscara de habas.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 30: Preparado del mortero de barro.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 31: Elaboración de cubos de mortero, para el ensayo de compresión.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 32: Elaboración de pilas de tres piezas para el ensayo de adherencia del mortero.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 33: Elaboración de pilas de adobe para el ensayo de compresión axial.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 34: Verificación de la verticalidad con plomada de las pilas de adobe.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 35: Elaboración de muretes de adobe para el ensayo de compresión diagonal.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 36: Verificación de la verticalidad con plomada en muretes de adobe.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 37: Preparación de las pilas de adobe para el ensayo de resistencia a la compresión axial.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 38: Registro de datos durante el ensayo de Variación Dimensional.



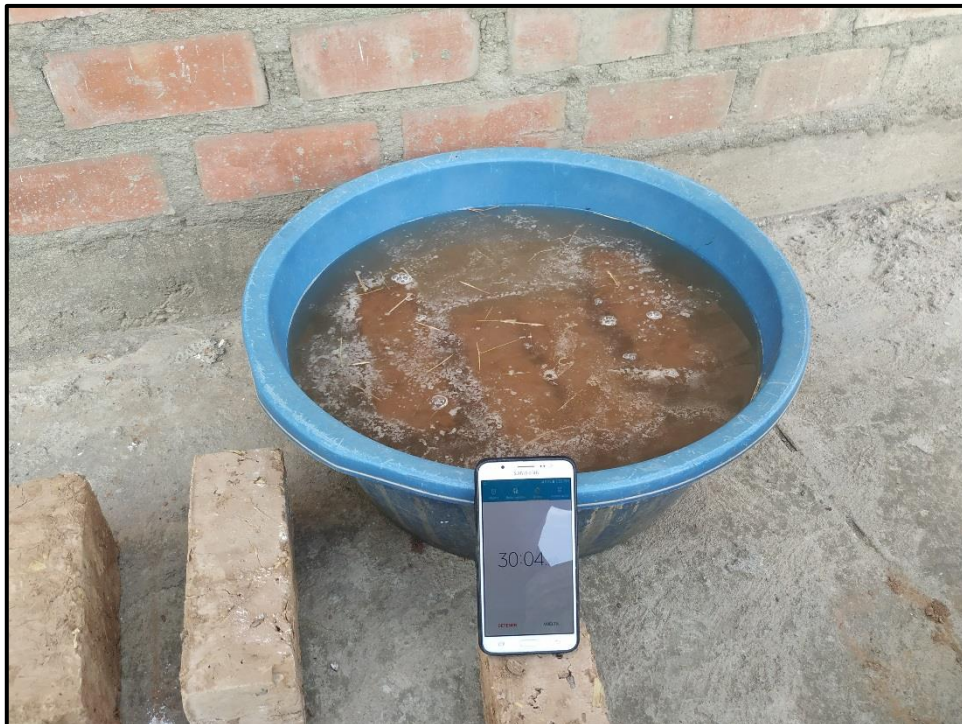
Fuente: Elaboración propia

Fotografía 39: Pesado de la unidad de adobe para el ensayo de absorción.



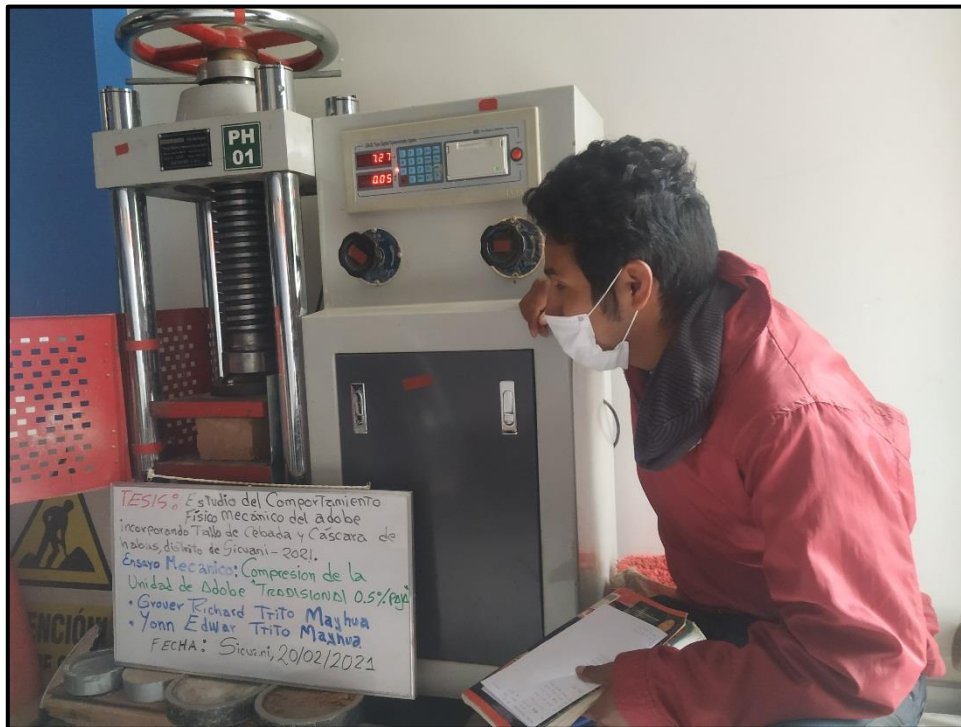
Fuente: Elaboración propia

Fotografía 40: Adobe sumergido en agua durante 30 minutos para el ensayo de absorción.



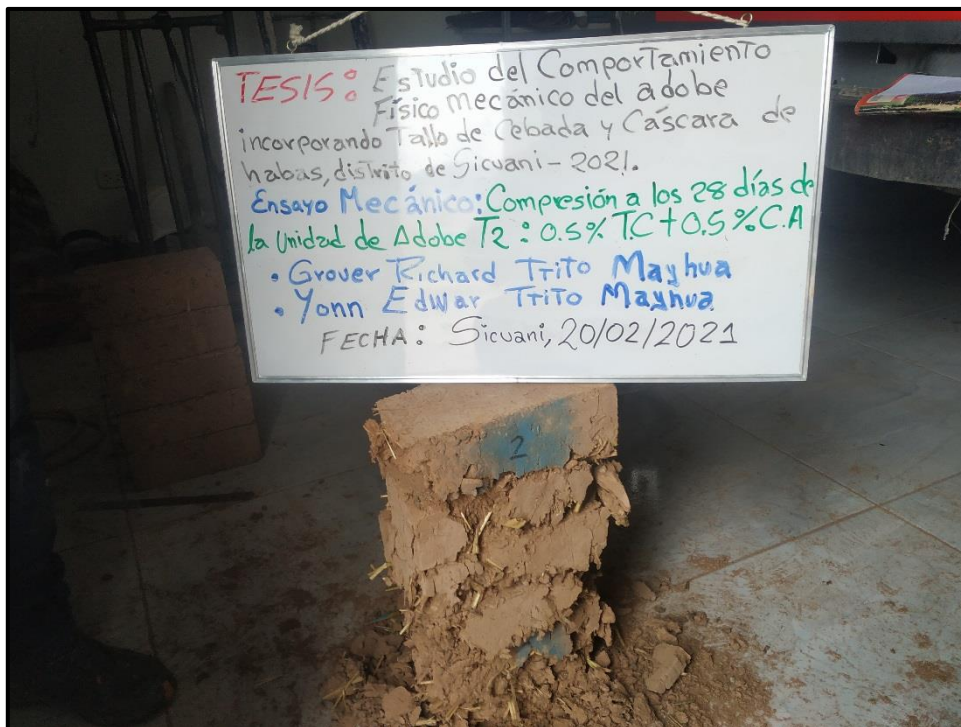
Fuente: Elaboración propia

Fotografía 41: Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería de adobe.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 42: Adobes después del ensayo de la resistencia a compresión.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 43: Ensayo de resistencia a la flexión de la unidad de albañilería de adobe.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 44: Adobes después del ensayo de la resistencia a la flexión.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 45: Ensayo de resistencia a la compresión del mortero de barro.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 46: Cubos de mortero de barro después del ensayo de la resistencia a compresión.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 47: Ensayo de resistencia a la adherencia del mortero de barro.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 48: Pilas de tres piezas de adobe después del ensayo de resistencia a la adherencia del mortero.



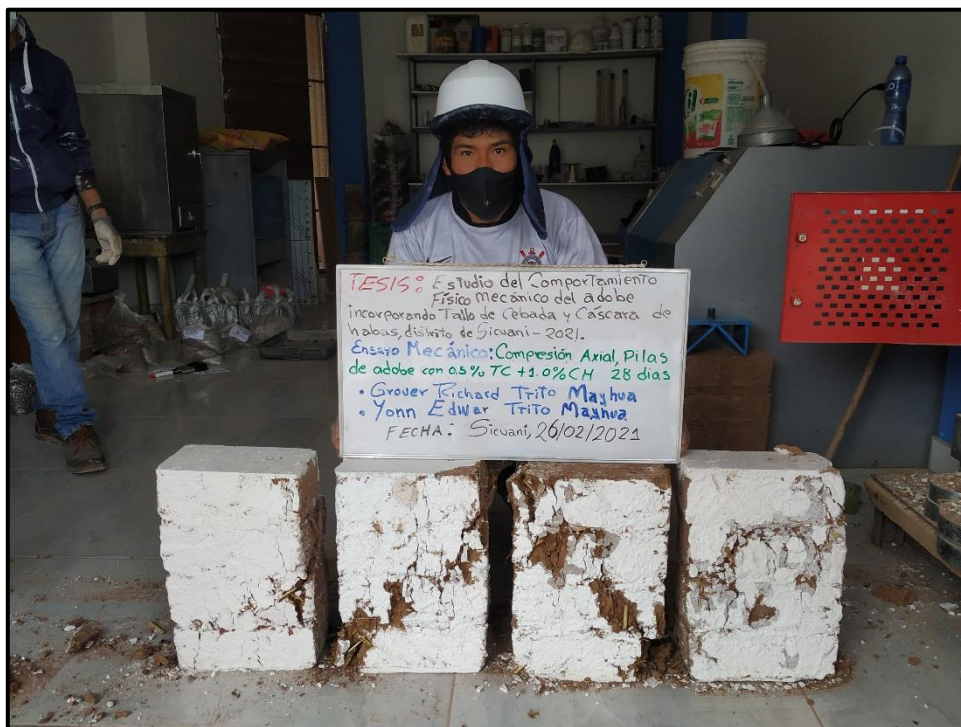
Fuente: Elaboración propia

Fotografía 49: Ensayo de resistencia a la impresión axial en pilas de adobe.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 50: Pilas de adobe después del ensayo a la compresión axial.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 51: Ensayo de resistencia a la impresión diagonal en muretes de adobe.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 52: Muretes de adobe después del ensayo a la compresión diagonal.



Fuente: Elaboración propia

INFORME DE LOS ENSAYOS



Laboratorio de Mecánica de Suelos
Concreto y Materiales
Servicios de Control de Calidad

SOLICITA : Grover Richard Tito mayhua y Yonn Edwar Tito Mayhua
PROYECTO : Tesis: Estudio del comportamiento físico mecánico del adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas, distrito de Sicuani - 2021

UBICACIÓN : Cusco-Canchis-Sicuani, Comunidad de Trapiche

FECHA : Enero del 2021

CANTERA : Trapiche

COORDENADAS : WGS 84

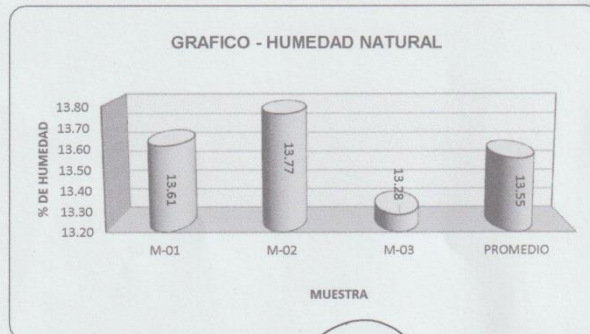
ESTE 261642.4

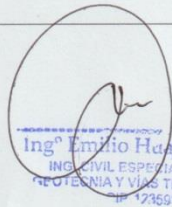
NORTE 8418352.38

REALIZADO : M.A.D.

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS (ASTM D 2216 / AASHTO T 86 / MTC E 108)

| HUMEDAD NATURAL | | | | | |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|----------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | M-01 | M-02 | M-03 | PROMEDIO |
| RECIPIENTE | Nº | 1 | 2 | 3 | |
| RECIPIENTE + SUELO HUMEDO | gr. | 337.7 | 438.50 | 424.30 | |
| RECIPIENTE + SUELO SECO | gr. | 307.60 | 395.80 | 384.50 | |
| PESO DEL RECIPIENTE | gr. | 86.50 | 85.60 | 84.90 | |
| PESO DEL AGUA | gr. | 30.10 | 42.70 | 39.80 | |
| PESO DEL SUELO SECO | gr. | 221.10 | 310.20 | 299.60 | |
| % DE HUMEDAD | % | 13.61 | 13.77 | 13.28 | 13.55 |




Ing. Emilio Huayta Carit
 INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN
 GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES
 R.F. 123692

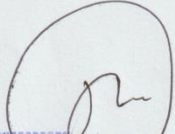
SOLICITA : Grover Richard Tito mayhua y Yonn Edwar Tito Mayhua
PROYECTO : Tesis: Estudio del comportamiento físico mecánico del adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas, distrito de Sicuani - 2021
UBICACIÓN : Cusco-Canchis-Sicuani, Comunidad de Trapiche
FECHA : Enero del 2021
COORDENADAS : WGS 84 ESTE 261642.4 NORTE 8418352.38
CANTERA : Trapiche
REALIZADO : M.A.D.

PESO ESPECIFICO RELATIVO DEL SUELO

NORMAS: 339.131, 1999


| DATOS DEL ENSAYO | |
|---|--------|
| Número de Cono | 1 |
| Peso de Suelo Seco (gr) | 177.60 |
| Peso de Picnometro + Agua (gr) | 676.80 |
| Peso de Picnometro + Agua + Suelo Seco (gr) | 784.00 |
| Peso Especifico (gr/cc) | 2.52 |

Peso Especifico = 2.52 gr/cm3


Ing. Emilio Healya Carita
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN
GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES
CIP 123692

SOLICITA : Grover Richard Tito mayhua y Yonn Edwar Tito Mayhua
 PROYECTO : Tesis: Estudio del comportamiento físico mecánico del adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas, distrito de Sicuani - 2021
 UBICACIÓN : Cusco-Canchis-Sicuani, Comunidad de Trapiche
 FECHA : Enero del 2021
 COORDENADAS : WGS 84 ESTE 261642.4 NORTE 8418352.38 CANTERA : Trapiche
 REALIZADO : M.A.D.

LIMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D 4318/ AASHTO T 89/ MTC E 110,111)

| LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318) | | | | | |
|-----------------------------|--------|--------|-------|-------|---|
| DESCRIPCION | UNIDAD | ENSAYO | | | OBSERVACIONES |
| RECIPIENTE N° | N° | 3 | 8 | 2 |  |
| N° DE GOLPES | N° | 31 | 23 | 16 | |
| RECIPIENTE + SUELO HUMEDO | grs | 56.52 | 55.22 | 57.95 | |
| RECIPIENTE + SUELO SECO | grs | 51.90 | 50.67 | 52.89 | |
| PESO DEL RECIPIENTE | grs | 20.37 | 21.85 | 19.93 | |
| PESO DE AGUA | grs | 4.62 | 4.55 | 5.06 | |
| PESO DEL SUELO SECO | grs | 31.53 | 28.82 | 32.96 | |
| % DE HUMEDAD | % | 14.65 | 15.79 | 15.35 | |



| LIMITE PLASTICO (ASTM D4318) | | | | | |
|--------------------------------|--------|------------|------------|----------|---|
| DESCRIPCION | UNIDAD | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | PROMEDIO | OBSERVACIONES |
| RECIPIENTE N° | N° | 281 | 346 | |  |
| RECIPIENTE + SUELO HUMEDO | grs | 19.69 | 22.14 | | |
| RECIPIENTE + SUELO SECO | grs | 19.46 | 21.89 | | |
| PESO DEL RECIPIENTE | grs | 17.48 | 19.76 | | |
| PESO DE AGUA | grs | 0.23 | 0.25 | | |
| PESO DEL SUELO SECO | grs | 1.98 | 2.13 | | |
| % DE HUMEDAD (Limite Plástico) | % | 11.62 | 11.74 | 11.68 | |



| | | |
|----------------|-----------------|--------------------|
| LIMITE LIQUIDO | LIMITE PLASTICO | INDICE PLASTICIDAD |
| 15.16 | 11.68 | 3.48 |

Ing. Emilio Huayta Carite
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN
GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES
CIP 123692

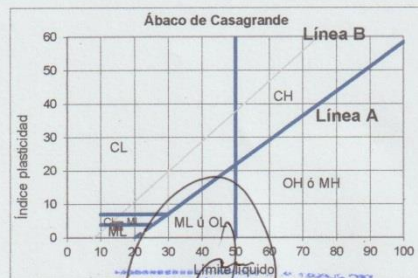
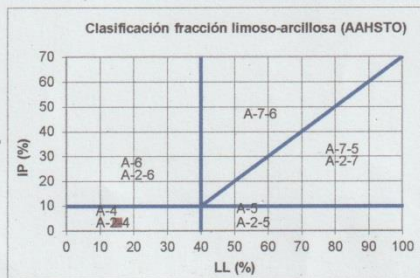
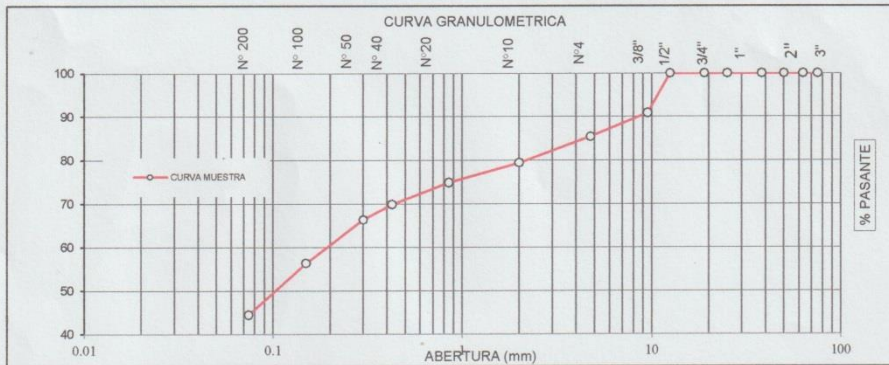
SOLICITA : Grover Richard Tito mayhua y Yonn Edwar Tito Mayhua
 PROYECTO : Tesis: Estudio del comportamiento físico mecánico del adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas, distrito de Sicuani - 2021
 UBICACIÓN : Cusco-Canchis-Sicuani, Comunidad de Trapiche
 FECHA : Enero del 2021
 COORDENADAS : WGS 84 ESTE 261642.4 NORTE 8418352.38
 CANTERA : Trapiche
 REALIZADO : M.A.D.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS

(ASTM D422 / ASTM D 2487 / MTC E204)

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422 / ASTM D 2487 / MTC E204) | | | | |
|--|--------|----------|-----------|---------|
| MALLA (Abertura) | | % | % | % |
| PLG. | mm. | RETENIDO | ACUMULADO | PASANTE |
| 3" | 75.000 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 2 1/2" | 63.000 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 2" | 50.000 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1" | 25.000 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/4" | 19.000 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1/2" | 12.500 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/8" | 9.500 | 9.16 | 9.16 | 90.84 |
| Nº 4 | 4.750 | 5.42 | 14.58 | 85.42 |
| Nº 10 | 2.000 | 6.00 | 20.58 | 79.42 |
| Nº 20 | 0.850 | 4.58 | 25.17 | 74.83 |
| Nº 40 | 0.425 | 5.03 | 30.20 | 69.80 |
| Nº 50 | 0.300 | 3.49 | 33.69 | 66.31 |
| Nº 100 | 0.149 | 10.02 | 43.71 | 56.29 |
| Nº 200 | 0.074 | 11.83 | 55.54 | 44.46 |
| < 200 | | 0.0 | 55.54 | 44.46 |

| CLASIFICACION DEL SUELO | |
|----------------------------|---------|
| S.U.C.S. (ASTM D 2487) | SM |
| Arena limosa con grava | |
| AASHTO (ASTM D3282) | A-4 (0) |
| Pobre a malo como subgrado | |
| Peso inicial del suelo | 1049.40 |
| Peso de la fracción | 1055.24 |
| D ₆₀ | 0.20 |
| D ₃₀ | |
| D ₁₀ | |
| Cu | |
| Cc | |
| Lim Líquido (ASTM D4318) | 15.16 |
| Lim Plástico (ASTM D4318) | 11.68 |
| Índice de Plasticidad | 3.48 |
| % Humedad (ASTM D2216) | 13.55 |
| GRAVA (%) | 14.58 |
| ARENA (%) | 40.96 |
| FINOS (%) | 44.46 |



Ing. Emilio Haya Carit.
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN
GEOTECNIA Y VÍAS TERRESTRES
CIP 123592



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1206-121-2020

Página 1 de 3

Fecha de emisión 2020/11/09

Solicitante INGENIERÍA DE OBRAS DEL PERÚ EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Dirección AV. BELAUNDE STA ROSA NRO. SN (A 4 CDRAS D FISCALIA C2P ADOB) CUSCO - CANCHIS - SICUANI

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación 1206-121-2020

Intervalo de indicación 15000 g

División de escala 5 g

Resolución

División de verificación (e) 5 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante OHAUS

Modelo R31P15

N° de serie B335130594

Procedencia USA

Lugar de calibración Laboratorio de INGENIERÍA DE OBRAS DEL PERÚ EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Fecha de calibración 2020/11/09

Método/Procedimiento de calibración
"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOP, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático [NMP 003:2009]

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Aloc. Vía. Las Flores de San Diego Mz C lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 457
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1206-121-2020

Página 2 de 3

Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad | Patrón Utilizado | Certificado de Calibración |
|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Patrones de referencia de INACAL | Juego de Pesas de 1g a 2kg | 0828-LM-2019 |
| Patrones de referencia de INACAL | Pesa de 5 kg | 0826-LM-2019 |
| Patrones de referencia de INACAL | Pesa de 10 kg | 0827-LM-2019 |
| Patrones de referencia de INACAL | Pesa de 25 kg | 0170-CLM-2019 |

Condiciones ambientales durante la calibración

| | | |
|-----------------------|--------------------|------------------|
| Temperatura Ambiental | Inicial: 21,5 °C | Final: 21,9 °C |
| Humedad Relativa | Inicial: 68 %hr | Final: 69 %hr |
| Presión Atmosférica | Inicial: 1015 mbar | Final: 1015 mbar |

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Medición N° | Carga L1= 7500 g | | | Carga L1= 15000 g | | |
|----------------|----------------------------------|--------|----------------------------|-------------------|--------|-------|
| | I (g) | ΔL (g) | E (g) | I (g) | ΔL (g) | E (g) |
| 1 | 7500.0 | 0.07 | -0.12 | 15000 | 0.05 | -0.1 |
| 2 | 7500.0 | 0.07 | -0.15 | 15000 | 0.04 | -0.12 |
| 3 | 7500.0 | 0.08 | -0.12 | 15000 | 0.05 | -0.13 |
| 4 | 7500.0 | 0.06 | -0.11 | 15000 | 0.04 | -0.1 |
| 5 | 7500.0 | 0.07 | -0.12 | 15000 | 0.03 | -0.11 |
| 6 | 7500.0 | 0.07 | -0.13 | 15000 | 0.05 | -0.12 |
| 7 | 7500.0 | 0.06 | -0.11 | 15000 | 0.04 | -0.13 |
| 8 | 7500.0 | 0.07 | -0.12 | 15000 | 0.05 | -0.1 |
| 9 | 7500.0 | 0.09 | -0.12 | 15000 | 0.04 | -0.11 |
| 10 | 7500.0 | 0.08 | -0.1 | 15000 | 0.05 | -0.12 |
| Carga (g) | Diferencia Máxima Encontrada (g) | | Error Máximo Permitido (g) | | | |
| 7500 | 0 | | 1 | | | |
| 15000 | 0 | | 5 | | | |



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vía. Las Torres de San Diego Mz. C lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú.
Telf: +51 901-1680 / Cel: +51 918 156 793 / Cor: +51 925 121 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

| Posición de la Carga | Determinación de E ₀ | | | | Determinación de E ₀ | | | | |
|----------------------|---------------------------------|--------|--------|--------------------|---------------------------------|--------|--------|-------|--------------------|
| | Carga Min ⁽¹⁾ (g) | I (kg) | ΔL (g) | E ₀ (g) | Carga L (g) | I (kg) | ΔL (g) | E (g) | E _c (g) |
| 1 | 1 | 1 | 0.04 | -0.09 | 500 | 500 | 0.07 | -0.02 | 0.07 |
| 2 | | 1 | 0.07 | -0.02 | | 500 | 0.07 | -0.02 | 0 |
| 3 | | 1 | 0.05 | 0 | | 500 | 0.08 | -0.03 | -0.03 |
| 4 | | 1 | 0.02 | 0.03 | | 500 | 0.07 | 0.08 | 0.05 |
| 5 | | 1 | 0.07 | -0.02 | | 500 | 0.06 | 0.19 | 0.21 |

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

| Carga L (g) | Crecientes | | | | Decrecientes | | | | EMP ⁽²⁾ (±g) |
|-------------|------------|--------|-------|--------------------|--------------|--------|-------|--------------------|-------------------------|
| | I (g) | ΔL (g) | E (g) | E _c (g) | I (g) | ΔL (g) | E (g) | E _c (g) | |
| 1 | 1 | 0.07 | -0.02 | | | | | | 1 |
| 5 | 5 | 0.06 | 0.01 | 0.01 | 5 | 0.04 | 0.01 | 0.03 | 1 |
| 10 | 10 | 0.06 | -0.01 | 0.01 | 10 | 0.02 | -0.07 | -0.05 | 1 |
| 500 | 500 | 0.05 | 0 | 0 | 500 | 0.02 | -0.07 | -0.05 | 1 |
| 1000 | 1000 | 0.04 | 0 | 0 | 1000 | 0.06 | -0.01 | 0.01 | 1 |
| 2500 | 2500 | 0.07 | 0.01 | 0.01 | 2500 | 0.06 | -0.01 | 0.01 | 1 |
| 3000 | 3000 | 0.06 | -0.02 | 0.02 | 3000 | 0.05 | 0 | 0.02 | 1 |
| 4000 | 4000 | 0.07 | -0.05 | 0.03 | 4000 | 0.06 | -0.1 | -0.09 | 1 |
| 5000 | 5000 | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 5000 | 0.06 | -0.21 | -0.09 | 5 |
| 10000 | 10000 | 0.05 | 0.09 | 0.03 | 10000 | 0.07 | -0.12 | -0.02 | 5 |
| 15000 | 15000 | 0.09 | 0.1 | 0.09 | 15000 | 0.09 | -0.21 | -0.21 | 5 |

Leyenda

I: Indicación de la balanza
E₀: Error en cero

ΔL: Carga Incrementada
E_c: Error corregido

E: Error encontrado
EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

$$\text{Incertidumbre expandida de medición } U_p = 2 \cdot \sqrt{0.18558 \text{ g}^2 + 0.000000004658 \text{ R}^2}$$

$$\text{Lecturas Corregidas } R_{\text{corregida}} = R + 0.031653116 \text{ R}$$

R: Indicación de lecturas de balanza (g)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metroológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



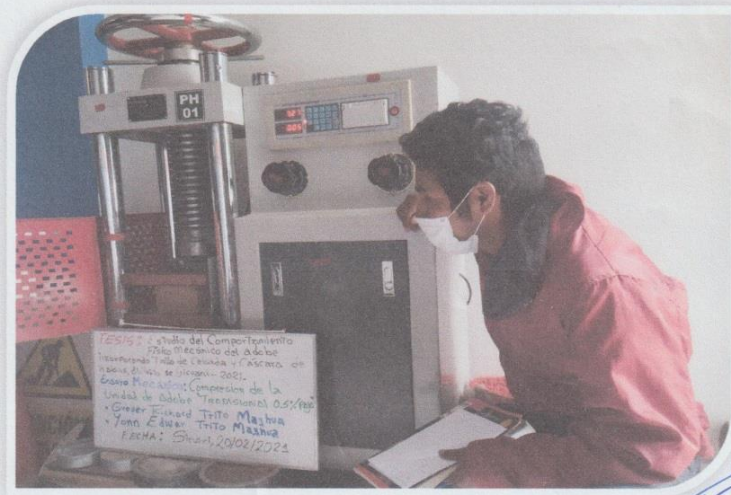
GEOMET S.A.C.
INGENIEROS ASOCIADOS

OBRA:


ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO TALLO DE CEBADA Y CÁSCARA DE HABAS, DISTRITO DE SICUANI - 2021

CERTIFICADOS DE ENSAYOS


RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE



RESPONSABLE DE LABORATORIO



Urb. Ministerio de Agricultura C-9 Sicuani - Canchis - Cusco
Cel: 985242438 - 943888822 E-mail: geometsac@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTROL DE CALIDAD

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE

Obra: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO TALLO DE CEBADA Y CÁSCARA DE HABAS, DISTRITO DE SICUANI - 2021

Cliente: GROVER RICHARD TITO MAYHUA Y YONN EDUAR TITO MAYHUA

Concepto: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE

Ubicación: Distrito: SICUANI - Provincia: CANCHIS - Departamento: CUSCO

| Código de muestra | N° de Muestra | IDENTIFICACION | Fecha Muestreo | Fecha Rotura | Edad (días) | DIMENSIONES | | | Carga Máx. (kN) | Carga Máx. (kg) | Esfuerzo Compresión (kg/cm²) | *Promedio 4 pruebas consecutivas | % Fc Específ. | Condición: XI - Fc Conformidad Resultado |
|-------------------|---------------|------------------------------------|----------------|--------------|-------------|-------------|------|------------|-----------------|-----------------|------------------------------|----------------------------------|---------------|--|
| | | | | | | Longitud | Alto | Área (cm²) | | | | | | |
| M-1 | 1 | ADOBE TRADICIONAL CON 0,5% DE PAJA | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 25.00 | 8.40 | 310.00 | 96.75 | 9.866 | 31.82 Kg/cm2 | | 10.20 Kg/cm2 | Conforme |
| M-2 | 2 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 25.00 | 8.40 | 312.50 | 93.49 | 9.593 | 30.51 Kg/cm2 | 31.05 Kg/cm2 | 10.20 Kg/cm2 | Conforme |
| M-3 | 3 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.80 | 8.00 | 310.00 | 92.10 | 9.391 | 30.29 Kg/cm2 | | 10.20 Kg/cm2 | Conforme |
| M-4 | 4 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.60 | 8.40 | 305.04 | 94.45 | 9.631 | 31.57 Kg/cm2 | | 10.20 Kg/cm2 | Conforme |

RESULTADOS DE ENSAYOS

Resistencia promedio de la unidad de adobe a compresión (f₀ en kg/cm²)

| | |
|---|--------------|
| MIN | 31.05 Kg/cm2 |
| MAX | 30.29 Kg/cm2 |
| Desv. Est. | 31.82 Kg/cm2 |
| f ₀ | 0.76 |
| f ₀ - Carga máxima aplicada en el momento de fallar del adobe (kg) | 2.45 |
| A - Área transversal (cm²) | 0.88 |

$$f_0 = \frac{P_{max}}{A}$$

Desv. Est. = Resistencia a compresión (kg/cm²)

f₀ = Resistencia a compresión (kg/cm²)

P_{max} = Carga máxima aplicada en el momento de fallar del adobe (kg)

A = Área transversal (cm²)

OBSERVACIONES:

- El muestreo, medido, curado in situ y transporte de los testigos, ha sido efectuado bajo responsabilidad del solicitante.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca Modelo STPE-2000 N° de serie 170399 de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M12.
- De los ensayos de compresión de testigos, a los días de ensayo, CUMPLE con las especificaciones técnicas.*

LABORATORIO GEOMET S.A.S.O.

ESPECIALISTAS EN CONTROL DE CALIDAD

INGENIEROS ASOCIADOS

Urb. Ministerio de Agricultura C-9 Sicuani - Canchis - Cusco

Cel: 985242438 - 943888822 E-mail: geometsac@gmail.com

LABORATORIO GEOMET S.A.S.O.

ESPECIALISTAS EN CONTROL DE CALIDAD


INGENIEROS ASOCIADOS

Urb. Ministerio de Agricultura C-9 Sicuani - Canchis - Cusco

Cel: 985242438 - 943888822 E-mail: geometsac@gmail.com

Nombre y Firma: _____ **Nombre y Firma:** _____

Fecha: 18/02/2021 **Fecha:** 18/02/2021




Urb. Ministerio de Agricultura C-9 Sicuani - Cuzco
Cel 985242438 - 943888822 Email geometsa@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONTROL DE CALIDAD

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE



Obra: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO TALLO DE CEBADA Y CÁSCARA DE HABAS, DISTRITO DE SICUANI - 2021

Cliente: GROVER RICHARD TITO MAYHUA Y YONN EDWAR TITO MAYHUA

Concepto: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE


Ubicación: Distrito: SICUANI - Provincia: CANCHIS - Departamento: CUSCO

DATOS DE MUESTRA

RESULTADOS DE ENSAYOS

| Código de muestra | N° de muestra | IDENTIFICACION | Fecha Muestreo | Fecha Rotura | Edad (días) | DIMENSIONES | | | Carga Máx. (kN) | Carga Máx. (kg) | Esfuerzo Compresión (kg/cm²) | Promedio 4 pruebas consecutivas | % f.c. Especif. | Condición: XI > P.c Conformidad Resultado |
|-------------------|---------------|---|----------------|--------------|-------------|-------------|-------|--------|-----------------|-----------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------|---|
| | | | | | | Longitud | Ancho | Altura | | | | | | |
| M-5 | 5 | UNIDAD DE ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 0.5% CÁSCARA DE HABAS | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.80 | 12.50 | 8.40 | 78.03 | 7.957 | 25.67 kg/cm2 | 24.86 kg/cm2 | 10.20 kg/cm2 | Conforme |
| M-6 | 6 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.70 | 12.40 | 8.40 | 70.12 | 7.150 | 23.35 kg/cm2 | 24.86 kg/cm2 | 10.20 kg/cm2 | Conforme |
| M-7 | 7 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 25.10 | 12.40 | 8.50 | 75.58 | 7.707 | 24.76 kg/cm2 | 24.86 kg/cm2 | 10.20 kg/cm2 | Conforme |
| M-8 | 8 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.60 | 12.30 | 8.00 | 76.16 | 7.766 | 25.67 kg/cm2 | 24.86 kg/cm2 | 10.20 kg/cm2 | Conforme |

RESISTENCIA PROMEDIADA DE LA UNIDAD DE ADOBE A COMPRESIÓN (kg/cm²)



MIN 23.35 kg/cm2 **MAX** 25.67 kg/cm2

Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm²): 1.10

Coefficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión): 4.41

VARIANZA 1.20

OBSERVACIONES:

- El muestreo, moldeo, curado in situ y transporte de los testigos, ha sido efectuado bajo responsabilidad del solicitante.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca Mécabeo STYE-2000 N° de serie 170359 de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- De los ensayos de compresión de testigos, a los días de ensayo, CUMPLE con las especificaciones técnicas.*

LABORATORIO GEOMET S.A.C.

INGENIEROS ASOCIADOS

Ing. JORGE ANTONIO GONZALEZ

JEFE DE LABORATORIO DE CALIDAD

LABORATORIO GEOMET S.A.C.

INGENIEROS ASOCIADOS

Ing. JORGE ANTONIO GONZALEZ

JEFE DE LABORATORIO DE CALIDAD

RESISTENCIA PROMEDIADA DE LA UNIDAD DE ADOBE A COMPRESIÓN (kg/cm²)

$f_0 = \frac{P_{max}}{A}$


Donde:
 f_0 : Resistencia a compresión (kg/cm²).
 P_{max} : Carga máxima aplicada en el momento de falla del adobe (kg).
 A : Área transversal (cm²).

Fecha: 18/02/2021


Numero y Firma: [Firma]

Fecha: 18/02/2021

Numero y Firma: [Firma]



Urb. Ministerio de Agricultura C-9 Sicuani - Canchis - Cusco
Cel 985242438 - 943888022 E-mail geomeasac@gmail.com



Obra: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO TALLO DE CEBADA Y CÁSCARA DE HABAS, DISTRITO DE SICUANI - 2021

Cliente: GROVER RICHARD TITO MAYHUA Y YONNI EDUAR TITO MAYHUA

Concepto: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE

Ubicación: Distrito: SICUANI - Provincia: CANCHIS - Departamento: CUSCO

DATOS DE MUESTRA

J.C.E. Febrero del 2021

RESULTADOS DE ENSAYOS

| Código de muestra | N° de Muestra | IDENTIFICACION | Fecha Muestreo | Fecha Rotura | Edad (días) | DIMENSIONES | | | Carga Máx. (kN) | Carga Máx. (kg) | Esfuerzo Compresión (kg/cm²) | #Promedio 4 pruebas consecutivas | % f c Especif. | Condición: XI = Fc Conformidad Resultado |
|-------------------|---------------|---|----------------|--------------|-------------|-------------|-------|--------|-----------------|-----------------|------------------------------|----------------------------------|----------------|--|
| | | | | | | Longitud | Ancho | Altura | | | | | | |
| M-9 | 9 | | 21-Feb-21 | 18-Feb-21 | 28 | 25.00 | 12.50 | 8.60 | 63.00 | 6,424 | 20.56 kg/cm2 | | 10.20 kg/cm2 | Conforme |
| M-10 | 10 | ADORE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 1.0% CÁSCARA DE HABAS | 21-Feb-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.80 | 12.60 | 8.30 | 71.59 | 7,341 | 23.49 kg/cm2 | 22.47 kg/cm2 | 10.20 kg/cm2 | Conforme |
| M-11 | 11 | | 21-Feb-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.60 | 12.60 | 8.00 | 66.18 | 6,748 | 21.77 kg/cm2 | | 10.20 kg/cm2 | Conforme |
| M-12 | 12 | | 21-Feb-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.80 | 12.40 | 8.50 | 73.53 | 7,396 | 24.05 kg/cm2 | | 10.20 kg/cm2 | Conforme |

MIN Resistencia promedio de la unidad de adobe a compresión (f₀prom)

MAX

Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm²)

Coefficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión)

VARIANZA



OBSERVACIONES:

- El muestreo, moldeo, curado in situ y transporte de los testigos, ha sido efectuado bajo responsabilidad del solicitante.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca Niscolec STYE-2000 N° de serie 170399 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5 (5) kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M12.
- De los ensayos de compresión de testigos, a los días de ensayo, CUMPLE con las especificaciones técnicas.*

LABORATORIO GEOMET S.A.C.

GEOMET S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP 121433
RESPONSABLE DEL LABORATORIO

LABORATORIO

LABORATORIO

Fecha: 18/02/2021 **Nombre y Firma:** **Fecha:** 18/02/2021 **Nombre y Firma:**



GEOMET S.A.C.
INGENIEROS ASOCIADOS

OBRA:


ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO TALLO DE CEBADA Y CÁSCARA DE HABAS, DISTRITO DE SICUANI - 2021

CERTIFICADOS DE ENSAYOS


RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE



[Handwritten Signature]
INGENIERO LUIS ALBERTO CORDERO
C.I. 121753
RESPONSABLE DEL LABORATORIO



Urb. Ministerio de Agricultura C-9 Sicuani - Canchis - Cusco
Cel: 985242438 - 949888622 E-mail: geometsac@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTROL DE CALIDAD
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE

Obra: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO TALLO DE CEBADA Y CÁSCARA DE HABAS, DISTRITO DE SICUANI - 2021

Cliente: GROVER RICHARD TITO MAYHUA Y YONNI EDUAR TITO MAYHUA

Concepto: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE

Ubicación: Distrito: SICUANI - Provincia: CANCHIS - Departamento: CUSCO

Hecho por: J.C.E.

Fecha: Febrero del 2021

Hecho por: J.C.E.

Fecha: Febrero del 2021

RESULTADOS DE ENSAYOS

| Código de muestra | N° de Muestras | IDENTIFICACION | Fecha Moldeo | Fecha Rotura | Edad (días) | DIMENSIONES | | | Área (cm²) | LONGITUD ENTRE APOYOS (l) cm. | Carga Máx. (FN) | Carga Máx. (Fg) | RESISTENCIA DE LA UNIDAD DE ADOBE A LA FLEXIÓN (fr (kg/cm²)) | Promedio 4 pruebas consecutivas | % f'c Especif. Norma E.080 | Condición: XI > Fc Conformidad Resultado |
|-------------------|----------------|------------------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------|--------|------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|--|---------------------------------|----------------------------|--|
| | | | | | | Longitud | Ancho | Altim. | | | | | | | | |
| M-1 | 1 | ADOBE TRADICIONAL CON 0.5% DE PAJA | 21-Dic-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24-40 | 12-20 | 8-40 | 297.68 | 15.00 | 2.37 | 242 | 6.32 kg/cm2 | 0.81 kg/cm2 | Conforme | |
| M-2 | 2 | | 21-Dic-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24-50 | 12-00 | 8-30 | 294.00 | 15.00 | 3.16 | 322 | 8.77 kg/cm2 | 0.81 kg/cm2 | Conforme | |
| M-3 | 3 | | 21-Dic-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24-60 | 12-20 | 8-50 | 300.12 | 15.00 | 2.68 | 273 | 6.98 kg/cm2 | 0.81 kg/cm2 | Conforme | |
| M-4 | 4 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24-50 | 12-20 | 8-50 | 298.90 | 15.00 | 3.05 | 311 | 7.94 kg/cm2 | 0.81 kg/cm2 | Conforme | |

RESISTENCIA PROMEDIO DE LA UNIDAD DE ADOBE A COMPRESIÓN (F_{adm})

| | |
|-----|-------------|
| MIN | 7.50 Kg/cm2 |
| MAX | 8.77 Kg/cm2 |

Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (fg/cm²)
1.09

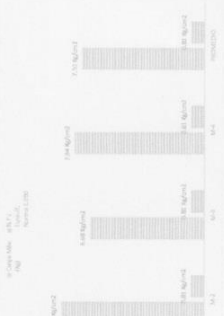
Coefficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión)
14.36

VARIANZA
1.16

OBSERVACIONES:

- El muestreo, moldeo, curado in situ y transporte de los testigos, ha sido efectuado bajo responsabilidad del solicitante.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada, marca Modelo STYE-2000 N° de serie: 1703959 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- De los ensayos de compresión de testigos, a los días de ensayo, CUMPLE con las especificaciones técnicas.

FORMAS:



Dados:


$$f = \frac{1.5 (P_{max} - L)}{b B^2}$$

f: Resistencia a tracción (kg/cm²)
P_{max}: Carga máxima aplicada en el momento de falla del adobe (kg)
L: Longitud entre apoyos (cm)
b: Ancho del espécimen (cm)
B: Altura o espesor del espécimen (cm)

LABORATORIO GEOMET S.A.S.
ING. JUAN CARLOS GONZALEZ
RESPONSABLE DEL LABORATORIO


LABORATORIO GEOMET S.A.S.
ING. JUAN CARLOS GONZALEZ
RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Fecha: 18/02/2021



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTROL DE CALIDAD

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE



GEOMET S.A.S.
INGENIERÍA Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. Ministerio de Agricultura C-9 Sicuani - Cuzco
Cel: 985242438 - 943988822 E-mail: geometsas@gmail.com

Obra: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO TALLO DE CEBADA Y CÁSCARA DE HABAS, DISTRITO DE SICUANI - 2021

Cliente: GROVER RICHARD TITO MAYHUA Y YONN EDUAR TITO MAYHUA

Concepto: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE

Ubicación: Distrito: SICUANI - Provincia: CANCHIS - Departamento: CUSCO

Hecho por: J.C.E.

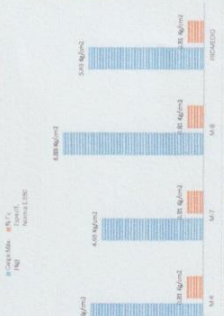
Fecha: Febrero del 2021

DATOS DE MUESTRA

| Código de muestra | Nº de Muestra | IDENTIFICACION | Fecha Moldeo | Fecha Rotura | Edad (días) | DIMENSIONES | | | Área (cm²) | LONGITUD ENTRE APOYOS (l) cm. | Carga Máx. (FN) | Carga Máx. (Kg) | RESISTENCIA DE LA UNIDAD DE ADOBE A LA FLEXIÓN (fr (kg/cm²)) | Promedio 4 pruebas consecutivas | % f'c Especif. Norma E.080 | Condición: Xi > Fc Conformidad Resultado |
|-------------------|---------------|---|--------------|--------------|-------------|-------------|-------|--------|------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|--|---------------------------------|----------------------------|--|
| | | | | | | Longitud | Ancho | Altura | | | | | | | | |
| M-5 | 5 | UNIDAD DE ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 0.5% CÁSCARA DE HABAS | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 25.20 | 12.70 | 8.50 | 320.04 | 15.00 | 2.10 | 214 | 5.25 kg/cm2 | 5.65 kg/cm2 | 0.81 | Conforme |
| M-6 | 6 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 25.00 | 12.40 | 8.30 | 310.00 | 15.00 | 2.05 | 209 | 5.51 kg/cm2 | | 0.81 | Conforme |
| M-7 | 7 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.70 | 12.80 | 8.40 | 316.16 | 15.00 | 1.95 | 199 | 4.55 kg/cm2 | | 0.81 | Conforme |
| M-8 | 8 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.80 | 12.40 | 8.20 | 307.52 | 15.00 | 2.50 | 255 | 6.88 kg/cm2 | | 0.81 | Conforme |

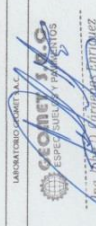
RESULTADOS DE ENSAYOS

| MIN | MAX |
|--|-------------|
| Resistencia promedio de la unidad de adobe a compresión (kg/cm²) | 5.65 kg/cm2 |
| Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm²) | 4.95 kg/cm2 |
| Coefficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión) | 0.85 |
| VARIANZA | 0.73 |




OBSERVACIONES:

- El muestreo, moldeo, curado in situ y transporte de los testigos, ha sido efectuado bajo responsabilidad del solicitante.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca Muelero STYE-2000 N° de serie 170399 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- De los ensayos de compresión de testigos, a los días de ensayo, CUMPLE con las especificaciones técnicas.*

Firma: 

Nombre y Firma: Grover Richard Tito Mayhua

Fecha: 18/02/2021

Firma: 

Nombre y Firma: Yonn Eduard Tito Mayhua

Fecha: 18/02/2021



Urb. Ministerio de Agricultura C-9 Sicuani - Canchis - Cusco
 Cel: 985242438 - 943888822 E-mail: geometsa@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CONTROL DE CALIDAD
 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE



Obra: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO TALLO DE CEBADA Y CÁSCARA DE HABAS, DISTRITO DE SICUANI - 2021

Cliente: GROVER RICHARD TITO MAYHUA Y YONNI EDUAR TITO MAYHUA

Concepto: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE

Hecho por: J.C.E.

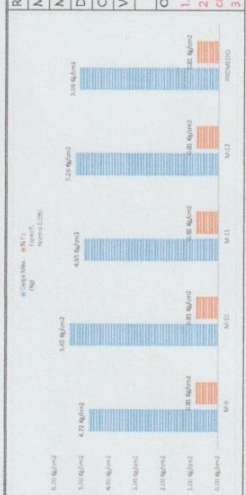
Ubicación: Distrito: SICUANI - Provincia: CANCHIS - Departamento: CUSCO

Fecha: Febrero del 2021

DATOS DE MUESTRA

RESULTADOS DE ENSAYOS

| Código de muestra | N° de Muestra | IDENTIFICACION | Fecha Muestreo | Fecha Rotura | Edad (días) | DIMENSIONES | | | Área (cm²) | LONGITUD ENTRE APOYOS (L) cm. | Carga Máx. (FN) | Carga Máx. (Kg) | RESISTENCIA DE LA UNIDAD DE ADOBE A LA FLEXIÓN (fr (kg/cm²)) | % Fc Específ. Norma E.080 | Condición: Xi > Fc Conformidad Resultado |
|-------------------|---------------|---|----------------|--------------|-------------|-------------|-------|------|------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|--|---------------------------|--|
| | | | | | | Longitud | Ancho | Alto | | | | | | | |
| M-9 | 9 | ADOBRE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 10% CÁSCARA DE HABAS | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 25.00 | 12.60 | 8.40 | 315.00 | 15.00 | 1.83 | 187 | 4.72 Kg/cm2 | 0.81 Kg/cm2 | Conforme |
| M-10 | 10 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.90 | 12.20 | 8.20 | 303.78 | 15.00 | 1.95 | 199 | 5.45 Kg/cm2 | 0.81 Kg/cm2 | Conforme |
| M-11 | 11 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.70 | 12.50 | 8.50 | 308.75 | 15.00 | 1.94 | 198 | 4.93 Kg/cm2 | 0.81 Kg/cm2 | Conforme |
| M-12 | 12 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.60 | 12.20 | 8.50 | 300.12 | 15.00 | 2.02 | 206 | 5.26 Kg/cm2 | 0.81 Kg/cm2 | Conforme |



Resistencia promedio de la unidad de adobe a compresión (F_m)
 MIN 5.09 Kg/cm2
 MAX 4.72 Kg/cm2
 5.45 Kg/cm2
 Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm²) 0.33
 Coeficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión) 6.43
 VARIANZA 0.11

Donde:

$$f_c = \frac{1.5 (P_{res,av} - L)}{b \cdot B^2}$$

f_c Resistencia a tracción (kg/cm²)
 P_{res,av} Carga máxima aplicada en el momento de falla del adobe (kg)
 L Longitud entre apoyos (cm)
 b Ancho del espécimen (cm)
 B Altura a compresión del espécimen (cm)

OBSERVACIONES:
 1. El muestreo, moldeo, curado in situ y transporte de los testigos, ha sido efectuado bajo responsabilidad del solicitante.
 2. Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada, marca Modelo STYE-2000 N° de serie 170359 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M12.
 3. De los ensayos de compresión de testigos, a los días de ensayo, CUMPLE con las especificaciones técnicas.*

LABORATORIO GEOMET S.A.O.
 INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN ASOCIADOS
 CIP: 121433
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Nombre y Firma: [Firma]
 Fecha: 18/02/2021

Nombre y Firma: [Firma]
 Fecha: 18/02/2021



GEOMET S.A.C.
INGENIEROS ASOCIADOS

OBRA:


ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO TALLO DE CEBADA Y CÁSCARA DE HABAS, DISTRITO DE SICUANI - 2021

CERTIFICADOS DE ENSAYOS

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MORTERO



[Handwritten Signature]
RESPONSABLE DEL LABORATORIO




Urb. Ministerio de Agricultura C-9 Sicuani - Canchis - Cusco
Cel 985242438 - 943888822 E-mail geometsa@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONTROL DE CALIDAD

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MORTERO



Obra: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO TALLO DE CEBADA Y CÁSCARA DE HABAS, DISTRITO DE SICUANI - 2021

Cliente: GROVER RICHARD TITO MAYHUA Y YONNI EDWAR TITO MAYHUA

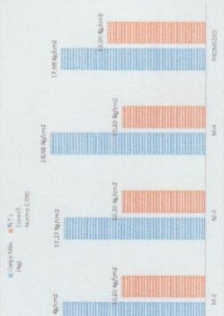
DATOS DE MUESTRA

Concepto: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MORTERO

Ubicación: Distrito: SICUANI - Provincia: CANCHIS - Departamento: CUSCO

RESULTADOS DE ENSAYOS

| Código de muestra | N° de muestra | IDENTIFICACION | Fecha Moldeo | Fecha Rotura | Edad (días) | DIMENSIONES | | | Carga Máx. (kN) | Carga Máx. (kg) | RESISTENCIA DEL MORTERO A COMPRESIÓN f _m (kg/cm ²) | % f _c Especif. Norma E.080 | Condición: XI > f _c Conformidad Resultado |
|-------------------|---------------|-----------------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------|--------|-----------------|-----------------|---|---------------------------------------|--|
| | | | | | | Longitud | Ancho | Altura | | | | | |
| M-1 | 1 | ADOBE TRADICIONAL CON 0.5 DE PALA | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 10.00 | 9.80 | 9.40 | 16.34 | 1,666 | 17.00 kg/cm ² | 10.20 kg/cm ² | Conforme |
| M-2 | 2 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 10.00 | 10.00 | 9.00 | 17.12 | 1,746 | 17.46 kg/cm ² | 10.20 kg/cm ² | Conforme |
| M-3 | 3 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 9.80 | 9.90 | 9.30 | 16.43 | 1,675 | 17.27 kg/cm ² | 10.20 kg/cm ² | Conforme |
| M-4 | 4 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 10.00 | 10.00 | 9.50 | 18.61 | 1,898 | 18.98 kg/cm ² | 10.20 kg/cm ² | Conforme |



Resistencia promedio de la unidad de adobe a compresión (f_m)

MIN 17.00 kg/cm²

MAX 18.98 kg/cm²

Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm²) 0.89

Coefficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión) 5.02

VARIANZA 0.79

OBSERVACIONES:


- El muestreo, moldeo, curado in situ y transporte de los testigos, ha sido efectuado bajo responsabilidad del solicitante.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca Molsaleo STYE-2000 N° de serie 170359 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- De los ensayos de compresión de testigos, a los días de ensayo, CUMPLE con las especificaciones técnicas.*

Fecha: 18/02/2021

Hecho por: J.C.E.

Fecha: Febrero del 2021

LABORATORIO GENERAL




GEOMET S.A.O.
INGENIEROS ASOCIADOS

Urb. Ministerio de Agricultura C-9 Sicuani - Canchis - Cusco
Cel 985242438 - 943888822 E-mail geometsa@gmail.com

RESPONSABLE DE CALIDAD

[Firma]

LABORATORIO GENERAL



RESPONSABLE DE CALIBRACION

[Firma]

Fecha: 18/02/2021

Fecha: 18/02/2021



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTROL DE CALIDAD

GEOMET S.A.S.
INGENIERÍA Y CONSULTORÍA
Urb. Ministerio de Agricultura C-9 Sicuani - Canchis - Cusco
Cel: 985242438 - 943888822 E-mail: geometsas@gmail.com

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MORTERO

Obra: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO TALLO DE CEBADA Y CÁSCARA DE HABAS, DISTRITO DE SICUANI - 2021

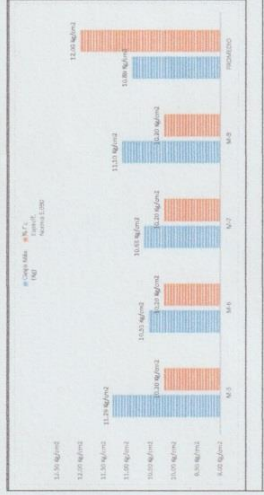
Cliente: GROVER RICHARD TITO MAYHUA Y YONN EDWAR TITO MAYHUA

DATOS DE MUESTRA

Concepto: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MORTERO

Ubicación: Distrito: SICUANI - Provincia: CANCHIS - Departamento: CUSCO

| Código de muestra | N° de Muestra | IDENTIFICACION | Fecha Muestreo | Fecha Rotura | Edad (días) | DIMENSIONES | | | Carga Máx. (kN) | Carga Máx. (kg) | RESISTENCIA DEL MORTERO A COMPRESIÓN f _{mor} (kg/cm ²) | Promedio 4 pruebas consecutivas | % f _c Especif. Norma E.080 | Condición: XI > f _c Conformidad Resultado |
|-------------------|---------------|---|----------------|--------------|-------------|-------------|-------|--------|-----------------|-----------------|---|---------------------------------|---------------------------------------|--|
| | | | | | | Longitud | Ancho | Altura | | | | | | |
| M-5 | 5 | UNIDAD DE ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 0.5% CÁSCARA DE HABAS | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 9.50 | 10.00 | 9.50 | 10.52 | 1,073 | 11.29 Kg/cm ² | 10.20 Kg/cm ² | Conforme | |
| M-6 | 6 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 10.00 | 9.80 | 10.00 | 10.12 | 1,032 | 10.33 Kg/cm ² | 10.20 Kg/cm ² | Conforme | |
| M-7 | 7 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 10.00 | 9.50 | 10.00 | 9.90 | 1,010 | 10.63 Kg/cm ² | 10.20 Kg/cm ² | Conforme | |
| M-8 | 8 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 10.00 | 9.50 | 9.80 | 10.34 | 1,054 | 11.10 Kg/cm ² | 10.20 Kg/cm ² | Conforme | |



Resistencia promedio de la unidad de adobe a compresión f_{adm}

MIN 10.89 Kg/cm²

MAX 11.29 Kg/cm²

Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm²) 0.37

Coefficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión) 3.37

VARIANZA 0.13

$f_0 = \frac{P_{max}}{A}$

Donde:
f₀ : Resistencia a compresión (kg/cm²)
P_{max} : Carga máxima aplicada en el ensayo de faja del adobe (kg)
A : Área transversal (cm²)

OBSERVACIONES:

- El muestreo, moldeo, curado in situ y transporte de los testigos, ha sido efectuado bajo responsabilidad del solicitante.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca Moselelo STYE-2000 N° de serie 1703959 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- De los ensayos de compresión de testigos, a los días de ensayo, CUMPLE con las especificaciones técnicas.*

LABORATORIO GEOMET S.A.S.

GEOMET S.A.S.
INGENIERÍA Y CONSULTORÍA
Urb. Ministerio de Agricultura C-9 Sicuani - Canchis - Cusco
Cel: 985242438 - 943888822 E-mail: geometsas@gmail.com

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MORTERO

Hecho por: J.C.E.

Fecha: Febrero del 2021

Subsistema

Numero y Firma: [Firma]

Numero y Firma: [Firma]

Fecha: 18/02/2021

Fecha: 18/02/2021



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTROL DE CALIDAD

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MORTERO

Obra: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO TALLO DE CEBADA Y CÁSCARA DE HABAS, DISTRITO DE SICUANI - 2021

Cliente: GROVER RICHARD TITO MAYHUA Y YONNI EDUAR TITO MAYHUA

Concepto: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MORTERO

Ubicación: Distrito: SICUANI - Provincia: CANCHIS - Departamento: CUSCO

Hecho por: J.C.E.

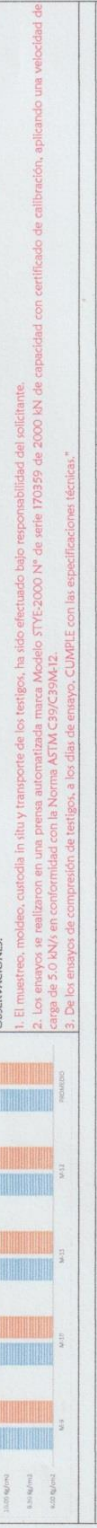
Fecha: Febrero del 2021

| Código de muestra | N° de muestra | IDENTIFICACION | Fecha Muestreo | Fecha Rotura | Edad (días) | DIMENSIONES | | | Carga Máx. (kN) | Carga Máx. (kg) | RESISTENCIA DEL MORTERO A COMPRESIÓN (mpa) | # Promedio 4 pruebas consecutivas | % f'c Especif. Norma E.080 | Condición: XI > f'c Conformidad Resultado |
|-------------------|---------------|--|----------------|--------------|-------------|-------------|-------|--------|-----------------|-----------------|--|-----------------------------------|----------------------------|---|
| | | | | | | Longitud | Ancho | Altura | | | | | | |
| M-9 | 9 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 10.00 | 9.50 | 9.50 | 10.10 | 1.030 | 10.84 kg/cm2 | | 10.20 Kg/cm2 | Conforme |
| M-10 | 10 | ADOBRE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA Y 0% CÁSCARA DE HABAS | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 10.00 | 9.50 | 9.50 | 9.52 | 971 | 10.22 kg/cm2 | 10.52 kg/cm2 | 10.20 Kg/cm2 | Conforme |
| M-11 | 11 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 9.60 | 9.80 | 9.50 | 9.43 | 962 | 10.22 kg/cm2 | | 10.20 Kg/cm2 | Conforme |
| M-12 | 12 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.60 | 1.081 | 10.81 kg/cm2 | | 10.20 Kg/cm2 | Conforme |

| | |
|---|--------------|
| Resistencia promedio de la unidad de adobe a compresión (F _{adm}) | |
| MIN | 10.22 kg/cm2 |
| MAX | 10.84 kg/cm2 |
| Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm²) | |
| Coeficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión) | |
| VARIANZA | 0.35 |
| | 3.32 |
| | 0.12 |

$$f_0 = \frac{P_{max}}{A}$$

Donde:
 f_0 : Resistencia a compresión (kg/cm²).
 P_{max} : Carga máxima aplicada en el momento de falla del adobe (kg).
 A : Área transversal (cm²).



OBSERVACIONES:

1. El muestreo, moldeo, custodia in situ y transporte de los testigos, ha sido efectuado bajo responsabilidad del solicitante.
2. Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca Modelo STYE-2000 N° de serie 1703595 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
3. De los ensayos de compresión de testigos, a los días de ensayo, CUMPLE con las especificaciones técnicas.*

LABORATORIO GEOMET S.A.C.

LABORATORIO GEOMET S.A.C.
ING. JOSE MANUEL TORRES TORRES
JEFE DE ZONA DE CALIDAD

LABORATORIO GEOMET S.A.C.
ING. JOSE MANUEL TORRES TORRES
RESPONSABLE DE CALIDAD

LABORATORIO GEOMET S.A.C.

LABORATORIO GEOMET S.A.C.

LABORATORIO GEOMET S.A.C.

LABORATORIO GEOMET S.A.C.

LABORATORIO GEOMET S.A.C.



GEOMET S.A.C.
INGENIEROS ASOCIADOS

OBRA:


ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO TALLO DE CEBADA Y CÁSCARA DE HABAS, DISTRITO DE SICUANI - 2021

CERTIFICADOS DE ENSAYOS

RESISTENCIA DE ADHERENCIA DEL MORTERO



[Handwritten Signature]
INGENIERO CIVIL
RESPONSABLE LABORATORIO




Urb. Ministerio de Agricultura C-9 Sicuani - Cuzco
Cel: 985242438 - 949888802 E-mail: geometsa@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONTROL DE CALIDAD

RESISTENCIA DE ADHERENCIA DEL MORTERO



Obra: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO TALLO DE CEBADA Y CÁSCARA DE HABAS, DISTRITO DE SICUANI - 2021

Cliente: GROVER RICHARD TITO MAYHUA Y YONNI EDUAR TITO MAYHUA

Concepto: RESISTENCIA DE ADHERENCIA DEL MORTERO


Ubicación: Distrito: SICUANI - Provincia: CANCHIS - Departamento: CUSCO

DATOS DE MUESTRA

Hecho por: J.C.E.
Fecha: Febrero del 2021

RESULTADOS DE ENSAYOS

| Código de muestra | N° de muestra | IDENTIFICACION | Fecha Moldeo | Fecha Rotura | Edad (días) | DIMENSIONES | | | SUPERFICIE DE LA CARCA EN CONTACTO CON EL UNDO DE ADOBE (cm ²) | CARGA MÁX. DESGANCAN LAS UNIDADES (Kg) | RESISTENCIA A LA ADHERENCIA DEL MORTERO (kg/cm ²) | *Promedio 4 pruebas consecutivas | % f _c Específ. Norma E.080 | Condición: XI > f _c Conformidad Resultado |
|-------------------|---------------|------------------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------|-------|--|--|---|----------------------------------|---------------------------------------|--|
| | | | | | | Longitud | Ancho | Alura | | | | | | |
| M-1 | 1 | ADOBE TRADICIONAL CON 0.5% DE PAJA | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.30 | 12.20 | 9.80 | 395.28 | 257 | 0.65 kg/cm ² | | 0.12 kg/cm ² | Conforme |
| M-2 | 2 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.20 | 12.20 | 10.00 | 393.65 | 235 | 0.60 kg/cm ² | 0.64 kg/cm ² | 0.12 kg/cm ² | Conforme |
| M-3 | 3 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.50 | 12.30 | 9.90 | 401.80 | 270 | 0.67 kg/cm ² | | 0.12 kg/cm ² | Conforme |
| M-4 | 4 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.50 | 12.00 | 10.00 | 392.00 | 290 | 0.64 kg/cm ² | | 0.12 kg/cm ² | Conforme |



Resistencia promedio de la unidad de adobe a compresión f_{0.6A}

| | |
|-----|-------------------------|
| MIN | 0.64 kg/cm ² |
| MAX | 0.67 kg/cm ² |

Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm²)

Coefficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión)

VARIANZA

| | |
|----------|------|
| MIN | 0.09 |
| MAX | 5.05 |
| Promedio | 0.00 |

OBSERVACIONES:

- El muestreo, moldeo, curado in situ y transporte de los testigos, ha sido efectuado bajo responsabilidad del solicitante.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca Modelo STYE-2000 N° de serie 170359 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- De los ensayos de compresión de testigos, a los días de ensayo, CUMPLIE con las especificaciones técnicas.*

LABORATORIO GEOMET S.A.O.

INGENIEROS ASOCIADOS

Ing. Jaimé Cruz Torres

SECRETARÍA DE CALIDAD

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

INGENIEROS ASOCIADOS

Ing. Jaimé Cruz Torres

SECRETARÍA DE CALIDAD

Nombre y Firma: _____

Fecha: 18/02/2021

Nombre y Firma: _____

Fecha: 18/02/2021



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTROL DE CALIDAD

RESISTENCIA DE ADHERENCIA DEL MORTERO

Urb. Ministerio de Agricultura C-9 Siquani - Canchis - Cusco
Cel: 985242438 - 943888822 E-mail: geometa@c.com

Obra: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO TALLO DE CEBADA Y CÁSCARA DE HABAS, DISTRITO DE SICUANI - 2021

Cliente: GROVER RICHARD TITO MAYHUA Y YONN EDUAR TITO MAYHUA

DATOS DE MUESTRA

Concepto: RESISTENCIA DE ADHERENCIA DEL MORTERO

Hecho por: J.C.E.

Ubicación: Distrito: SICUANI - Provincia: CANCHIS - Departamento: CUSCO

Fecha: Febrero del 2021

RESULTADOS DE ENSAYOS

| Código de muestra | N° de muestra | IDENTIFICACION | Fecha Molido | Fecha Ruptura | Edad (días) | DIMENSIONES | | | SUPERFICIE DE LA CARCA EN CONTACTO (cm²) | CARGA MÁX. DESPREGIADA UNO DE ADOBE (kg) | CARGA MÁX. (kg) | RESISTENCIA A LA ADHERENCIA DEL MORTERO (kg/cm²) | # Promedio 4 pruebas consecutivas | % f _c Especif. Norma E.080 | Condición: XI = f _c Conformidad Resultado |
|-------------------|---------------|---|--------------|---------------|-------------|-------------|-------|--------|--|--|-----------------|--|-----------------------------------|---------------------------------------|--|
| | | | | | | Longitud | Ancho | Altura | | | | | | | |
| M-9 | 9 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.00 | 12.50 | 9.50 | 400.00 | 1.70 | 173 | 0.43 Kg/cm² | | 0.12 Kg/cm² | Conforme |
| M-10 | 10 | ADORE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 1.0% CÁSCARA DE HABAS | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.40 | 12.40 | 9.50 | 403.41 | 1.50 | 153 | 0.38 Kg/cm² | 0.40 Kg/cm² | 0.12 Kg/cm² | Conforme |
| M-11 | 11 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 25.00 | 12.70 | 9.50 | 423.33 | 1.65 | 168 | 0.40 Kg/cm² | | 0.12 Kg/cm² | Conforme |
| M-12 | 12 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.60 | 12.30 | 10.00 | 403.44 | 1.58 | 161 | 0.40 Kg/cm² | | 0.12 Kg/cm² | Conforme |



Resistencia promedio de la unidad de adobe a compresión (kg/cm²)
 MIN: 0.40 Kg/cm²
 MAX: 0.38 Kg/cm²
 Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm²): 0.02
 Coeficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión): 5.62
 VARIANZA: 0.00

OBSERVACIONES:
 1. El muestreo, molido, cueteada in situ y transporte de los testigos, ha sido efectuado bajo responsabilidad del solicitante.
 2. Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca Molsale STYE-2000 N° de serie 170359 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
 3. De los ensayos de compresión de testigos, a los días de ensayo, CUMPLIE con las especificaciones técnicas.*

LABORATORIO GEOMET S.A.C.
 INGENIEROS ASOCIADOS
 URB. MINISTERIO DE AGRICULTURA C-9 SICUANI - CANCHIS - CUSCO
 TEL: 985242438 - 943888822
 E-MAIL: GEOMETAS@GMAIL.COM

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CONTROL DE CALIDAD

Supervisor: [Firma]

Supervisor: [Firma]

Fecha: 18/02/2021



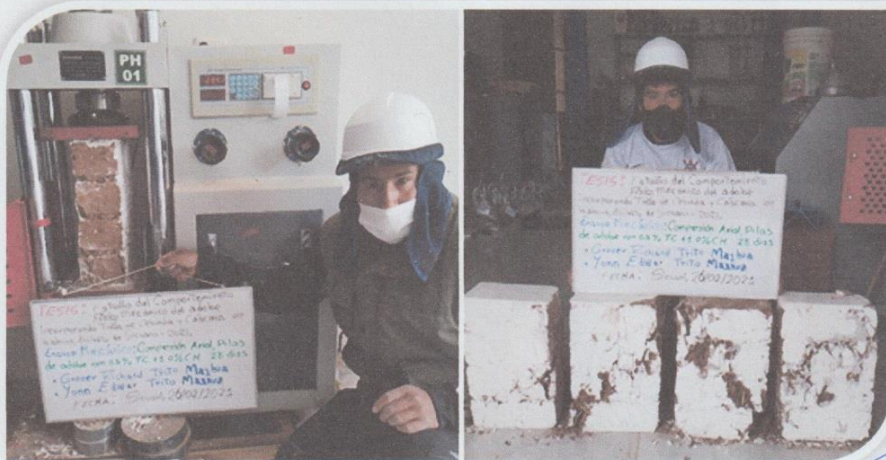
GEOMET S.A.C.
INGENIEROS ASOCIADOS

OBRA:

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO TALLO DE CEBADA Y CÁSCARA DE HABAS, DISTRITO DE SICUANI - 2021

CERTIFICADOS DE ENSAYOS

RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS DE ADOBE



[Handwritten Signature]
RESPONSABLE DEL LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTROL DE CALIDAD

GEOMET S.A.S.
INGENIERÍA ASOCIADOS
Urb. Ministerio de Agricultura C-9 Sicuani - Cuzco
Cel: 985242438 - 943888822 E-mail: geometsas@gmail.com

Obra: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO TALLO DE CEBADA Y CÁSCARA DE HABAS, DISTRITO DE SICUANI - 2021
 Cliente: GROVER RICHARD TITO MAYHUA Y YONNI EDWAR TITO MAYHUA

Concepto: RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS DE ADOBE
 Ubicación: Distrito: SICUANI - Provincia: CANGCHIS - Departamento: CUSCO

| Código de muestra | N° de muestra | IDENTIFICACION | Fecha Molding | Fecha Rotura | Edad (días) | DIMENSIONES | | | CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA LA PILA (kg) | RESISTENCIA DE LA PILA DE ADOBE A COMPRESIÓN AXIAL (m (kg/cm²)) | *Promedio 4 pruebas consecutivas | % f'c Especif. Norma E.080 | Condición: XI > f'c Conformidad Resultado |
|-------------------|---------------|------------------------------------|---------------|--------------|-------------|-------------|-------|--------|--|---|----------------------------------|----------------------------|---|
| | | | | | | Longitud | Ancho | Altura | | | | | |
| M-1 | 1 | ADOBE TRADICIONAL CON 0.5% DE PAJA | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.30 | 12.00 | 39.80 | 4,434 | 15.20 kg/cm2 | | 6.12 kg/cm2 | Conforme |
| M-2 | 2 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 25.00 | 12.50 | 38.80 | 5,058 | 16.18 kg/cm2 | 15.36 kg/cm2 | 6.12 kg/cm2 | Conforme |
| M-3 | 3 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.30 | 12.50 | 39.30 | 4,095 | 13.48 kg/cm2 | | 6.12 kg/cm2 | Conforme |
| M-4 | 4 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.50 | 12.30 | 39.90 | 4,991 | 16.56 kg/cm2 | | 6.12 kg/cm2 | Conforme |

RESULTADOS DE ENSAYOS

Resistencia promedio de la unidad de adobe a compresión (f₀ en kg/cm²)

| | |
|-----|--------------|
| MIN | 15.36 kg/cm2 |
| MAX | 16.56 kg/cm2 |

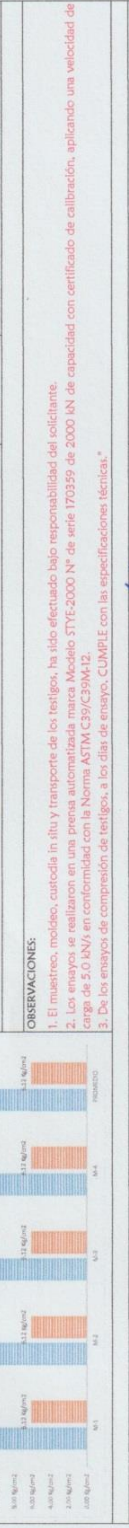
Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm²): 1.38

Coefficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión): 8.96

VARIANZA: 1.89

$$f_0 = \frac{P_{max}}{A}$$

Donde:
 f₀ : Resistencia a compresión (kg/cm²).
 P_{max} : Carga máxima aplicada en el momento de falla del adobe (kg).
 A : Área transversal (cm²).



OBSERVACIONES:
 1. El muestreo, moldeo, custodia in situ y transporte de los testigos, ha sido efectuado bajo responsabilidad del solicitante.
 2. Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca Modelo STYE-2000 N° de serie 1703959 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
 3. De los ensayos de compresión de testigos, a los días de ensayo, CUMPLE con las especificaciones técnicas.*

LABORATORIO GEOMET S.A.S.
 Firmas: [Firma del Cliente], [Firma del Técnico], [Firma del Supervisor]
 Nombres y Firmas: [Nombres], [Firmas]
 Fecha: 18/02/2021



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTROL DE CALIDAD
RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS DE ADOBE

GEOMET S.A.S.
INGENIEROS ASOCIADOS
Urb. Ministerio de Agricultura C-9 Sicuani - Cuzco
Cel: 985242438 - 943888822 E-mail: geometsas@gmail.com

Obra: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO TALLO DE CEBADA Y CÁSCARA DE HABAS, DISTRITO DE SICUANI - 2021

Cliente: GROVER RICHARD TITO MAYHUA Y YONNI EDUAR TITO MAYHUA

Concepto: RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS DE ADOBE

Ubicación: Distrito: SICUANI - Provincia: CANGCHIS - Departamento: CUSCO

Hecho por: J.C.E.
Fecha: Febrero del 2021

| Código de muestra | N° de Muestra | IDENTIFICACION | Fecha Moldeo | Fecha Rotura | Edad (días) | DIMENSIONES | | | CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA LA PILA | RESISTENCIA DE LA PILA DE ADOBE A COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm²) | % f ₀ Específ. Norma E.080 | Condición: Xi > Fc Conformidad Resultado |
|-------------------|---------------|---|--------------|--------------|-------------|-------------|-------|--------|---------------------------------------|---|---------------------------------------|--|
| | | | | | | Longitud | Ancho | Altura | | | | |
| M-5 | 5 | UNIDAD DE ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 0.5% CÁSCARA DE HABAS | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.80 | 12.50 | 40.70 | 27.33 | 8.99 Kg/cm² | 6.12 Kg/cm² | Conforme |
| M-6 | 6 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 25.00 | 12.50 | 39.20 | 28.39 | 9.26 Kg/cm² | 6.12 Kg/cm² | Conforme |
| M-7 | 7 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.50 | 12.50 | 40.00 | 26.91 | 8.96 Kg/cm² | 6.12 Kg/cm² | Conforme |
| M-8 | 8 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.80 | 12.30 | 40.40 | 25.18 | 8.42 Kg/cm² | 6.12 Kg/cm² | Conforme |

RESULTADOS DE ENSAYOS

| | | |
|---|--|-------------|
| Resistencia promedio de la unidad de adobe a compresión (f ₀ prom) | | 8.91 Kg/cm² |
| MIN | | 8.42 Kg/cm² |
| MAX | | 9.26 Kg/cm² |
| Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm²) | | 0.35 |
| Coeficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión) | | 3.98 |
| VARIANZA | | 0.13 |



OBSERVACIONES:
1. El muestreo, moldeo, curado in situ y transporte de los testigos, ha sido efectuado bajo responsabilidad del solicitante.
2. Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca Modelos STY-2000 N° de serie 170359 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
3. De los ensayos de compresión de testigos, a los días de ensayo, CUMPLE con las especificaciones técnicas.*

LABORATORIO GEOMET S.A.S.
Ing. Roberto Rodríguez
CIP: 121433
RESPONSABLE DE LABORATORIO

LABORATORIO GEOMET S.A.S.
Ing. Roberto Rodríguez
CIP: 121433
RESPONSABLE DE LABORATORIO

Number y Firma: Fecha: 18/02/2021
Number y Firma: Fecha: 18/02/2021



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTROL DE CALIDAD

RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS DE ADOBE

Urb. Ministerio de Agricultura C-9 Sicuani - Cuzco
Cel 985242438 - 943888822 E-mail geometsa@gmail.com

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO TALLO DE CEBADA Y CÁSCARA DE HABAS, DISTRITO DE SICUANI - 2021

Obra: GROVER RICHARD TITO MAYHUA Y YONNI EDUAR TITO MAYHUA

Cliente: RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS DE ADOBE

Ubicación: Distrito: SICUANI - Provincia: CANGCHIS - Departamento: CUSCO

Concepto: RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS DE ADOBE

Hecho por: J.C.E.

Fecha: Febrero del 2021

| Código de muestra | N° de muestra | IDENTIFICACION | Fecha Muestreo | Fecha Rotura | Edad (días) | DIMENSIONES | | | CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA LA PILA | RESISTENCIA DE LA PILA DE ADOBE A COMPRESIÓN AXIAL fm (kg/cm²) | #Promedio 4 pruebas consecutivas | % f _c Especific. Norma E.080 | Condición: XI > Fc Conformidad Resultado |
|-------------------|---------------|---|----------------|--------------|-------------|-------------|-------|--------|---------------------------------------|--|----------------------------------|---|--|
| | | | | | | Longitud | Ancho | Altura | | | | | |
| M-9 | 9 | ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 1.0% CÁSCARA DE HABAS | 21-Feb-21 | 18-Feb-21 | 28 | 25.00 | 12.50 | 38.60 | 25.42 | 8.29 Kg/cm2 | 4 | 6.12 Kg/cm2 | Conforme |
| M-10 | 10 | | 21-Feb-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.80 | 12.40 | 38.50 | 23.73 | 7.87 Kg/cm2 | 4 | 6.12 Kg/cm2 | Conforme |
| M-11 | 11 | | 21-Feb-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.70 | 12.30 | 39.20 | 28.15 | 9.30 Kg/cm2 | 4 | 6.12 Kg/cm2 | Conforme |
| M-12 | 12 | | 21-Feb-21 | 18-Feb-21 | 28 | 24.60 | 12.30 | 39.90 | 27.04 | 9.11 Kg/cm2 | 4 | 6.12 Kg/cm2 | Conforme |

RESULTADOS DE ENSAYOS

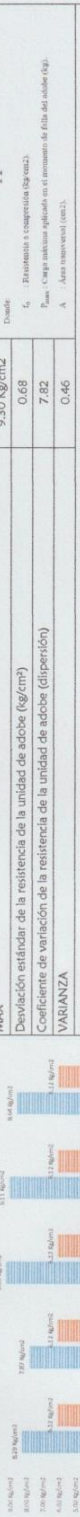
Resistencia promedio de la unidad de adobe a compresión (f_{adm})

| | |
|-----|-------------|
| MIN | 8.64 Kg/cm2 |
| MAX | 9.30 Kg/cm2 |

Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm²): 0.68

Coefficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión): 7.82

VARIANZA: 0.46



OBSERVACIONES:

1. El muestreo, moldeo, curado in situ y transporte de los testigos, ha sido efectuado bajo responsabilidad del solicitante.
2. Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca Mécabolo STY-2000 N° de serie 170359 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5 (5 kN) en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
3. De los ensayos de compresión de testigos, a los días de ensayo, CUMPLE con las especificaciones técnicas.*

LABORATORIO GEOMET S.A.C.

RESERVA DE DERECHOS

RESERVA DE DERECHOS

Nombre y Firma: _____ Fecha: 18/02/2021

Nombre y Firma: _____ Fecha: 18/02/2021

Supervisor: _____



GEOMET S.A.C.
INGENIEROS ASOCIADOS

OBRA:

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO TALLO DE CEBADA Y CÁSCARA DE HABAS, DISTRITO DE SICUANI - 2021

CERTIFICADOS DE ENSAYOS

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DEL MURETE DE ADOBE



[Handwritten signature]
RESPONSABLE DEL LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTROL DE CALIDAD

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DEL MURETE DE ADOBE

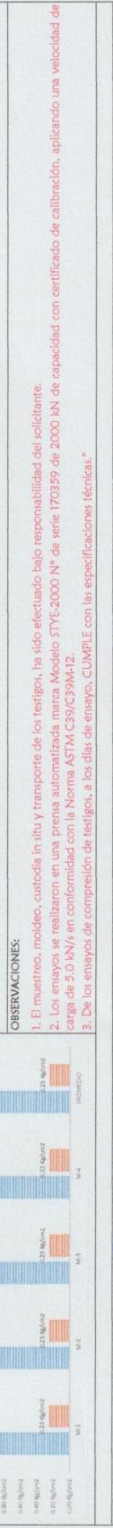
GEOMET S.A.S.
INGENIEROS ASOCIADOS
Urb. Ministerio de Agricultura C-9 Sicuani - Cuzco
Cel: 985242438 - 943888822 E-mail: geometas@gmail.com

Obra: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO TALLO DE CEBADA Y CÁSCARA DE HABAS, DISTRITO DE SICUANI - 2021
Cliente: GROVER RICHARD TITO MAYHUA Y YONNI EDUAR TITO MAYHUA

Concepto: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DEL MURETE DE ADOBE
Ubicación: Distrito: SICUANI - Provincia: CANGCHIS - Departamento: CUSCO

| Código de muestra | N° de muestra | IDENTIFICACION | Fecha Moldeo | Fecha Rotura | Edad (días) | DIMENSIONES | | | CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL MURETE DE ADOBE (kN) | RESISTENCIA DEL MURETE DE ADOBE CON DIAGONAL Yn (kg/cm ²) | *Promedio 4 pruebas consecutivas | % F _r Esfuerz Norma E 680 | Condición: XI > Fc Conformidad Resultado (C, NC) |
|-------------------|---------------|-----------------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------|--------|---|---|----------------------------------|--------------------------------------|--|
| | | | | | | Longitud | Ancho | Altura | | | | | |
| M-1 | 1 | ADOBE TRADICIONAL CON 0.5 DE PALA | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 39.40 | 12.20 | 38.20 | 15.20 | 1.61 Kg/cm ² | 0.25 Kg/cm ² | Conforme | |
| M-2 | 2 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 39.00 | 12.10 | 39.00 | 16.17 | 1.75 Kg/cm ² | 0.25 Kg/cm ² | Conforme | |
| M-3 | 3 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 38.80 | 12.00 | 39.00 | 15.42 | 1.69 Kg/cm ² | 0.25 Kg/cm ² | Conforme | |
| M-4 | 4 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 39.00 | 12.50 | 39.00 | 12.76 | 1.33 Kg/cm ² | 0.25 Kg/cm ² | Conforme | |


| | |
|---|-------------------------|
| Resistencia promedio de la unidad de adobe a compresión (F _{adm}) | 1.60 Kg/cm ² |
| MIN | 1.33 Kg/cm ² |
| MAX | 1.75 Kg/cm ² |
| Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm ²) | 0.18 |
| Coefficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión) | 11.44 |
| VARIANZA | 0.03 |



OBSERVACIONES:
1. El muestreo, moldeo, curado in situ y transporte de los testigos, ha sido efectuado bajo responsabilidad del solicitante.
2. Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca Modelo STYE-2000 N° de serie 170359 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM G39/C39M-12.
3. De los ensayos de compresión de testigos, a los días de ensayo, CUMPLE con las especificaciones técnicas.*


LABORATORIO GEOMET S.A.S.
Firma: [Signature]
Número y Firma: [Signature]
Fecha: 18/02/2021


RESPONSABLE DE LABORATORIO
Firma: [Signature]
Número y Firma: [Signature]
Fecha: 18/02/2021



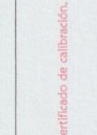
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTROL DE CALIDAD

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DEL MURETE DE ADOBE





Urb. Ministerio de Agricultura C-9 Sicuani - Canchis - Cusco
Cel 985242438 - 943888822 Email geometas@gmail.com



Obra: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO TALLO DE CEBADA Y CÁSCARA DE HABAS, DISTRITO DE SICUANI - 2021

Cliente: GROVER RICHARD TITO MAYHUA Y YONN EDUAR TITO MAYHUA

Concepto: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DEL MURETE DE ADOBE

Ubicación: Distrito: SICUANI - Provincia: CANCHIS - Departamento: CUSCO

| Código de muestra | N° de muestra | IDENTIFICACION | Fecha Moldeo | Fecha Rotura | Edad (días) | DIMENSIONES | | | CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL MURETE DE ADOBE (kN) | RESISTENCIA DEL MURETE A COMPRESIÓN DIAGONAL (kg/cm²) | *Promedio 4 pruebas consecutivas | % f _c Especif. Norma E.080 | Condición: XI > f _c Conformidad Resultado (C, NC) |
|-------------------|---------------|---|--------------|--------------|-------------|-------------|-------|--------|---|---|----------------------------------|---------------------------------------|--|
| | | | | | | Longitud | Ancho | Altura | | | | | |
| M-5 | 5 | UNIDAD DE ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 0.5% CÁSCARA DE HABAS | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 39.20 | 12.40 | 38.70 | 10.54 | 1.11 Kg/cm2 | 0.25 Kg/cm2 | 0.25 Kg/cm2 | Conforme |
| M-6 | 6 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 38.80 | 12.30 | 38.80 | 8.80 | 0.94 Kg/cm2 | 1.03 Kg/cm2 | 0.25 Kg/cm2 | Conforme |
| M-7 | 7 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 38.70 | 12.20 | 38.60 | 8.96 | 0.97 Kg/cm2 | 0.25 Kg/cm2 | 0.25 Kg/cm2 | Conforme |
| M-8 | 8 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 38.80 | 12.30 | 39.40 | 10.41 | 1.11 Kg/cm2 | 0.25 Kg/cm2 | 0.25 Kg/cm2 | Conforme |

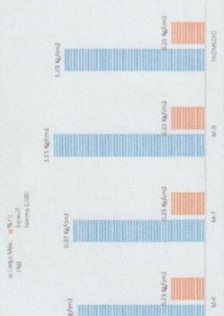
RESISTENCIA PROMEDIADA DE LA UNIDAD DE ADOBE A COMPRESIÓN (kg/cm²)

| MIN | MAX |
|-------------|-------------|
| 0.94 Kg/cm2 | 1.11 Kg/cm2 |

Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm²): 0.09
Coeficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión): 8.75

VARIANZA

| MIN | MAX |
|------|------|
| 0.01 | 0.01 |



OBSERVACIONES:

- El muestreo, moldeo, curado in situ y transporte de los testigos, ha sido efectuado bajo responsabilidad del solicitante.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada, marca Nucleo STYE-2000 N° de serie 170359 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- De los ensayos de compresión de testigos, a los días de ensayo, CUMPLE con las especificaciones técnicas.*

LABORATORIO GEOMET S.A.S.C.


Ing. Kenia Carolina Enriquez
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Ing. Kenia Carolina Enriquez
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

Fecha: 18/02/2021

Fecha: 18/02/2021



Urb. Ministerio de Agricultura C-9 Sicuani - Cusco
 Cel: 985242438 - 943888822 E-mail: geometsac@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONTROL DE CALIDAD

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DEL MURETE DE ADOBE

Obra: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE INCORPORANDO TALLO DE CEBADA Y CÁSCARA DE HABAS, DISTRITO DE SICUANI - 2021

Cliente: GROVER RICHARD TITO MAYHUA Y YONN EDUAR TITO MAYHUA

Concepto: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DEL MURETE DE ADOBE

Ubicación: Distrito: SICUANI - Provincia: CANCHIS - Departamento: CUSCO


DATOS DE MUESTRA

Hecho por: J.C.E.

Fecha: Febrero del 2021

RESULTADOS DE ENSAYOS

| Código de muestra | N° de muestra | IDENTIFICACION | Fecha Moldeo | Fecha Rotura | Edad (días) | DIMENSIONES | | | CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL MURETE DE ADOBE (kN) | CARGA MÁX. COMPRESIÓN DIAGONAL Vm (kg/cm²) | RESISTENCIA DEL MURETE DE ADOBE COMPRESIÓN DIAGONAL Vm (kg/cm²) | *Promedio 4 pruebas consecutivas | % f _c Especif. Norma E.080 | Condición: XI > f _c Conformidad Resultado (C, NC) |
|-------------------|---------------|---|--------------|--------------|-------------|-------------|-------|--------|---|--|---|----------------------------------|---------------------------------------|--|
| | | | | | | Longitud | Ancho | Altura | | | | | | |
| M-9 | 9 | ADOBE INCORPORANDO 0.5% TALLO DE CEBADA + 1.0% CÁSCARA DE HABAS | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 39.00 | 12.20 | 39.60 | 9.96 | 1,016 | 1.07 Kg/cm2 | 0.25 Kg/cm2 | Conforme | |
| M-10 | 10 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 38.50 | 12.50 | 39.00 | 10.10 | 1,030 | 1.07 Kg/cm2 | 0.25 Kg/cm2 | Conforme | |
| M-11 | 11 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 39.00 | 12.00 | 39.20 | 7.77 | 792 | 0.85 Kg/cm2 | 0.25 Kg/cm2 | Conforme | |
| M-12 | 12 | | 21-Ene-21 | 18-Feb-21 | 28 | 39.30 | 12.40 | 39.50 | 8.34 | 850 | 0.87 Kg/cm2 | 0.25 Kg/cm2 | Conforme | |



Resistencia promedio de la unidad de adobe a compresión (diagonal)

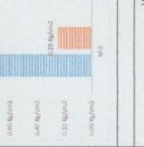
| | |
|-----|-------------|
| MIN | 0.96 Kg/cm2 |
| MAX | 1.07 Kg/cm2 |

Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm²): 0.12
 Coeficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión): 12.57
VARIANZA: 0.01

OBSERVACIONES:

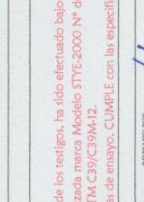
- El muestreo, moldeo, custodia in situ y transporte de los testigos, ha sido efectuado bajo responsabilidad del solicitante.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca Midelec STYE-2000 N° de serie 170359 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- De los ensayos de compresión de testigos, a los días de ensayo. CUMPLE con las especificaciones técnicas.*

LABORATORIO GEOMET S.A.C.



Nombre y Firma: _____
 Fecha: 18/02/2021

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Nombre y Firma: _____
 Fecha: 18/02/2021

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-121-2021

Laboratorio de Fuerza

Pág. 2 de 2

Método de Calibración

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

Trazabilidad

Se utilizó patrón calibrado con trazabilidad al SI, calibrado por la Pontificia Universidad Católica del Perú Con Certificado N° INF-LE-N° 172-21

Resultados de medición

| Lectura de la máquina (Fi) | | Lectura del patrón | | | Promedio | Cálculo de errores | | Incertidumbre |
|----------------------------|------|--------------------|---------|---------|----------|--------------------|---------------|----------------------------|
| | | Primera | Segunda | Tercera | | Exactitud | Repetibilidad | |
| % | KN | KN | KN | KN | KN | q(%) | b(%) | U(%) |
| 10 | 100 | 98,1 | 98,1 | 98,0 | 98,1 | 2,0 | 0,1 | 1,49 |
| 20 | 200 | 198,5 | 198,5 | 199,0 | 198,7 | 0,7 | 0,3 | 0,78 |
| 30 | 300 | 299,6 | 299,6 | 299,5 | 299,6 | 0,1 | 0,0 | 0,54 |
| 40 | 400 | 401,6 | 401,6 | 401,5 | 401,6 | -0,4 | 0,0 | 0,43 |
| 50 | 500 | 501,3 | 501,3 | 501,4 | 501,3 | -0,3 | 0,0 | 0,38 |
| 60 | 600 | 601,7 | 601,7 | 601,3 | 601,6 | -0,3 | 0,1 | 0,34 |
| 70 | 800 | 801,4 | 801,4 | 801,6 | 801,5 | -0,2 | 0,0 | 0,30 |
| 80 | 1000 | 1001,3 | 1001,3 | 1001,2 | 1001,3 | -0,1 | 0,0 | 0,28 |
| 90 | 1200 | 1201,4 | 1201,4 | 1201,2 | 1201,3 | -0,1 | 0,0 | 0,27 |
| 100 | 1400 | 1401,8 | 1401,8 | 1401,2 | 1401,6 | -0,1 | 0,0 | 0,26 |
| Lectura máquina en cero | | 0 | 0 | 0 | ---- | 0 | 0 | Error máx. de cero(0)=0,00 |

Temperatura promedio durante los ensayos 17,1 °C; Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

Evaluación de los resultados

Los errores encontrados entre el 20% y el 100% del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.



Fin del documento



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-165-2021

Laboratorio de fuerza

Pág. 1 de 2

Expediente 18174
Solicitante GEOMET S.A.C.
Dirección Mza. C lote 9 Urb. MINISTERIO DE AGRICULTURA (FRENTE AL PARQUE DE LA URBANIZACIÓN) CUSCO - CANCHIS - CUSCO
Instrumento de medición Máquina para ensayos uniaxiales estadísticos
Máquinas de ensayo de tensión / compresión

Equipo calibrado **PRENSA DE CONCRETO (DIGITAL)**

Alcance de indicación 2000 KN
Marca (o fabricante) KAIZA CORP
Modelo STYE-2000
Número de serie 170359
Identificación NO INDICA
Procedencia CHINA

Indicador de lectura DIGITAL

Marca (o fabricante) ZHEJIANG GEOTECHNICAL INSTRUMENT CO
Modelo LTD.
Número de serie LM-02
Identificación NO INDICA
Procedencia NO INDICA

Alcance de indicación 0 KN A 2000 KN
Resolución 0.1 KN

Transductor de fuerza TRANSDUCTOR

Alcance de identificación 50 Mpa
Marca o fabricante NO INDICA
Modelo NO INDICA
Número de serie NO INDICA
Fecha de calibración 20/02/2021
Ubica. Del equipo LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Lugar de calibración Mza. C lote 9 Urb. Ministerio de agricultura (FRENTE AL PARQUE DE LA URBANIZACIÓN) CUSCO - CANCHIS - CUSCO

Este sentido de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el sistema internacional de unidades (si).
Los resultados son válidos en el momento de la calibración. al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.
Este certificado de calibración no podrá ser reproducidos parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.
Los certificados de calibración sin firma y sello no son validos.

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración

20/02/2021



CEM INDUSTRIAL
Jesús Quinto C.
JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Centro Especializado en Metrología Industrial
coop. Cesar Vallejo Mz. v It 01 S.M.P.- Lima - Lima
Telf: 6717346 . RPM #958009777 . CEL. 958008776
ventas@cemind.com . jesus.quinto@cemind.com . www.cemind.com