



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades  
de adobe incluyendo mucílago de cactus, Víctor Fajardo,  
Ayacucho - 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Fernández Quispe, Wincislao (ORCID: 000-0001-7778-370X)

Galván Cabrera, Deisy (ORCID: 0000-0001-9302-2900)

**ASESOR:**

Mg. Minaya Rosario Carlos Danilo (ORCID: 0000-0002-0655-523X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA - PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

Este trabajo va dedicado a mis padres Donato Fernández Uscata y Raida Quispe Chillce y mis hermanos Victoria, Luis, Obdulia, Rolando por el apoyo incondicional y desinteresadamente que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi formación profesional como Ingeniero civil y a mi pareja Anais Celina Cacñahuaray Huauya por la motivación que significó ella para mí y por su gran apoyo moral durante esta última parte de mi formación

## **Dedicatoria**

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mis padres Octavio Galván Quiquinlla y Elsa Cabrera Borda, también a mis hermanos Leidy y Hemerick, siempre he tenido su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, ante las adversidades para seguir estudiando y poder concretar el objetivo de ser Ingeniera Civil.

## **Agradecimiento**

A Dios por qué ha estado conmigo en cada etapa de mi vida; a las diferentes instituciones, docentes y amigos que brindaron su apoyo incondicional para poder concluir satisfactoriamente uno de mis objetivos.

Al ingeniero Carlos Minaya por guiarnos en estos últimos tramos de culminación de esta tan anhelada profesión que me puse por objetivo.

## **Agradecimiento**

A Dios porque ha estado conmigo en cada etapa de mi vida, cuidándome y guiando mis pasos; a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo el apoyo incondicional que necesitaba.

Al Ingeniero Carlos Minaya; quién con su vasta y extensa experiencia a logrado guiarme en este proceso de titulación.

## Índice

|  |     |
|--|-----|
| Dedicatoria .....  | ii  |
| Agradecimiento .....   | iii |
| Índice.....  | iv  |
| Índice de tablas .....   | v   |
| Índice de gráficos y figuras.....  | vi  |
| Resumen.....   | vi  |
| Abstract.....  | vi  |
| I. INTRODUCCIÓN .....  | 1   |
| II. MARCO TEÓRICO.....   | 5   |
| III. METODOLOGÍA.....  | 12  |
| 3.1. Tipo y Diseño de investigación.....   | 12  |
| 3.2. Variable y Operacionalización.....  | 13  |
| 3.3. Población, Muestra y muestreo.....  | 14  |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .. | 16  |
| 3.5. Procedimientos .....  | 17  |
| 3.6. Método de Análisis de datos .....   | 17  |
| 3.7. Aspectos éticos .....   | 17  |
| IV.RESULTADOS.....   | 18  |
| V - DISCUSIÓN.....   | 47  |
| VI: CONCLUSIONES .....   | 49  |
| VII: RECOMENDACIONES .....   | 51  |
| REFERENCIAS.....   | 52  |
| ANEXOS .....   | 58  |

## Índice de tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 01 : <i>Tabla de Preparación de especímenes</i> .....  | 15 |
| Tabla 02 : <i>Ensayo de laboratorio</i> .....  | 16 |
| Tabla 03 : <i>Ensayo In situ</i> .....   | 23 |
| Tabla 04 : <i>Ensayo Granulométrico</i> .....  | 24 |
| Tabla 05 : <i>Tabla de Límite Líquido</i> .....  | 26 |
| Tabla 06 : <i>Tabla de Límite Líquido</i> .....  | 27 |
| Tabla 07: <i>Tabla de grado de plasticidad del suelo</i> .....   | 28 |
| Tabla 08: <i>Registro de datos y resultados del ensayo a compresión de abobe patrón</i> .....                        | 32 |
| Tabla 09: <i>Registro de datos y resultados del ensayo a compresión de abobe con 5% de mucílago de cactus</i> .....  | 33 |
| Tabla 10: <i>Registro de datos y resultados del ensayo a compresión de abobe con 8% de mucílago de cactus</i> .....  | 34 |
| Tabla 11: <i>Registro de datos y resultados del ensayo a compresión de abobe con 10% de mucílago de cactus</i> ..... | 35 |
| Tabla 12: <i>Cuadro comparativo de resultados de las cuatro dosificaciones</i> .....                                 | 36 |
| Tabla 13: <i>Registro de datos y resultados del ensayo de flexión del adobe patrón</i>                               | 37 |
| Tabla 14: <i>Registro de datos y resultados del ensayo de flexión del adobe con 5% de mucílago de cactus</i> .....   | 39 |
| Tabla 15. <i>Registro de datos y resultados del ensayo a flexión del adobe con 8% de mucílago de cactus</i> .....    | 40 |
| Tabla 16. <i>Registro de datos y resultados del ensayo a flexión del adobe con 10% de mucílago de cactus</i> .....   | 41 |
| Tabla 17. <i>Cuadro comparativo de las cuatro dosificaciones</i> .....   | 42 |
| Tabla 19. <i>Registro de datos y resultados del ensayo de absorción de adobe con 5% de mucílago de cactus</i> .....  | 44 |
| Tabla 21. <i>Registro de datos y resultados del ensayo de absorción de adobe con 10% de mucílago de cactus</i> ..... | 45 |
| Tabla 22. <i>Cuadro comparativo de resultados de las cuatro dosificaciones</i> .....                                 | 45 |

## Índice de gráficos y figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 01: Mapa del Perú .....  | 18 |
| Figura 02: Mapa de la región Ayacucho .....                                   | 18 |
| Figura 03: Localización de la cantera Pacucha I .....                         | 18 |
| Figura 04: Colores de tierra para selección.....                              | 19 |
| Figura 05: Prueba de brillo .....   | 20 |
| Figura 06: Prueba de Cintilla .....   | 21 |
| Figura 07: Prueba de Resistencia de bola.....                                 | 21 |
| Figura 08: Puntos de extracción de insumos para la elaboración de adobe ..... | 22 |
| Figura 09: Gráfico de curva Granulométrica.....                               | 25 |
| Figura 10: Gráfico de Límite de Consistencia.....                             | 26 |
| Figura 11: Gráfico de Límite Líquido .....                                    | 26 |
| Figura 12: Gráfico de Carta de Plasticidad.....                               | 29 |
| Figura 13: Determinación del Tipo de suelo mediante el método AASHTO .....    | 30 |
| Figura 14: Ensayo de compresión .....   | 31 |
| Figura 15: Ensayo de compresión .....   | 31 |
| Figura 16: Resultado de compresión (Muestra Patrón).....                      | 32 |
| Figura 17: Resultado de compresión (Muestra 5%) .....                         | 33 |
| Figura 18: Resultado de compresión (Muestra 8%) .....                         | 34 |
| Figura 19: Resultado de compresión (Muestra 10%) .....                        | 35 |
| Figura 20: Cuadro comparativo del ensayo de Compresión.....                   | 36 |
| Figura 21: Ensayo de Flexión.....   | 37 |
| Figura 22: Ensayo de Flexión.....   | 37 |
| Figura 23: Ensayo de Flexión (Muestra 0%) .....                               | 38 |
| Figura 24: Ensayo de Flexión (Muestra 5%) .....                               | 39 |
| Figura 25: Ensayo de Flexión (Muestra 8%) .....                               | 40 |
| Figura 27: Ensayo de Flexión (Muestra 10%) .....                              | 41 |
| Figura 28: Cuadro comparativo del Ensayo de flexión .....                     | 42 |
| Figura 30: Ensayo de Absorción .....  | 43 |
| Figura 29: Ensayo de Absorción .....  | 43 |
| Figura 31: Cuadro comparativo del Ensayo de absorción .....                   | 45 |

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo general analizar la influencia del mucílago de cactus en las propiedades Físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021, es por ello que se estableció los siguientes ensayos de Compresión, Flexión y el ensayo de absorción, para ser realizados en el laboratorio de mecánica de suelos. Asimismo, se formuló la siguiente metodología, el diseño de investigación fue experimental de carácter cuasiexperimental, tipo de investigación de nivel aplicada. Se determinaron los resultados: según el primer objetivo específico fue aumentar su resistencia a la compresión, donde el patrón obtuvo 13.94 kg/cm<sup>2</sup>, con sus adiciones 13.29, 13.26, 13.13 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, el segundo objetivo la resistencia a la flexión (kg/cm<sup>2</sup>), patrón 1.01 con su incorporación 1.20, 1.40 y 1.54 respectivamente, lo que mejoró su resistencia a la flexión, el tercer objetivo el ensayo donde el comportamiento de las unidades sufrieron daños severos y su absorción fue al 100%. Concluyéndose que la incorporación de ceniza de lodo en proporción de 5%, 8% y 10% es apto en las unidades de adobe porque consigue resultados más óptimos.

Palabras claves: Absorción de agua, Resistencia a compresión, resistencia a la flexión.

## ABSTRACT

The present research project had the general objective of Analyzing the influence of cactus mucilage on the Physical and mechanical properties of adobe units, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021, that is why the following Compression, Bending and Bending tests were established. absorption test, to be carried out in the soil mechanics laboratory. Likewise, the following methodology was formulated, the research design was experimental of a quasi-experimental nature, type of applied-level research. The results were determined: according to the first specific objective was to increase its resistance to compression, where the pattern obtained 13.94 kg / cm<sup>2</sup>, with its additions 13.29, 13.26, 13.13 kg / cm<sup>2</sup> respectively, the second objective the flexural strength (kg / cm<sup>2</sup>), 1.01 pattern with its incorporation of 1.20, 1.40 and 1.54 respectively, which improved its flexural strength, the third objective being the test where the behavior of the units suffered severe damage and their absorption was 100%. Concluding that the incorporation of mud ash in a proportion of 5%, 8% and 10% is suitable in adobe units because it achieves more optimal results.

Keywords: Water absorption, Compressive strength, flexural strength.



## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente en todo el mundo existen construcciones de adobe, siendo las zonas rurales de diversos países los lugares con mayor cantidad de uso de material mencionado, si se lograra elevar los resultados de compresión, flexión y absorción de los adobes se reduciría notablemente diversos problemas de las unidades. A nivel internacional, la utilización de adobes es de forma multisectorial en diversos países, por lo cual su mejora en la elaboración de este material se puede observar, por medio de diversos métodos de estabilización que han realizado para un aumento en sus características físicas y mecánicas, en múltiples países como: México, Chile, Colombia; etc, escogieron diversos elementos estabilizadores, la elección de estos estabilizadores fueron hechos por diversos motivos entre ellos: por motivos colectivos de la necesidad de una comunidad, ambientales y aspectos monetarios, donde el fin era elevar su resistencia las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe, obteniendo un funcionamiento óptimo y duradero en la construcción de viviendas. Es de gran consideración señalar que, los defectos o las carencias que se encuentran en la ejecución y elaboración de las unidades de adobes, son a base de la forma empírica de su manufactura, por lo cual se debe buscar corregir y reducir los defectos en puntos tempranos a su elaboración, ya que estos pueden traducirse daños y deterioros en magnitudes elevadas. A raíz de diversas investigaciones estos fueron disminuyendo con la incorporación de agregados naturales, polímeros y cenizas volcánicas, así prevenir defectos en las diversas etapas en el uso del adobe.

A nivel nacional, es vital contar con unidades de adobe óptimos y que garanticen seguridad en la construcción de las viviendas, ya que más del 50 % de las viviendas en las zonas rurales de las diversas regiones del Perú su construcción se da con esta unidad de albañilería, con ello garantizar que toda construcción hecha de tierra se encuentre en buen estado y así poder garantizar viviendas seguras y confortables. El deterioro de las construcciones de adobe es muy visible en las regiones de nuestro país, esto se da por diversos factores, ya sea debido a la elaboración empírica de las unidades, la mala elección de los elementos básicos (paja, tierra), del mismo modo es importante valorar la mejora de sus propiedades con la incorporación de materiales que contengan características que aumenten las propiedades física y mecánicas de los adobes. En los últimos años, las

construcciones de adobes han disminuido, pero no por eso ha quedado obsoleta, más aún han surgido innovadoras técnicas de mejoramiento con diversos agregados naturales, polímeros y cenizas volcánicas, una de ellas es el mejoramiento con las cenizas volcánicas donde sus propiedades es de gran excelencia por su alta resistencia, En diversas zonas del Perú como Piura, Ancash, Ica, localizamos diversos tipos de suelos que fueron materia de análisis, adicionando carrizo prensado, garbancillo, fibra de bambú, donde muchas veces el terreno elegido para la elaboración de adobes es inadecuado, ya que no presenta las características idóneas para su utilización de manera directa, donde como resultado realizar una adición de diversos materiales para su optimización en las propiedades Física – mecánica.

La provincia de Víctor Fajardo, una de las once provincias que pertenecen al departamento de Ayacucho. Actualmente se encuentra en proceso de mejora contando con más de 27,919 pobladores. Frecuentemente recibe precipitaciones; la presencia de lluvia es muy regular, siendo más habitual en los meses de Diciembre a Febrero. De acuerdo a las diversas canteras de donde se extrajo las muestras se observó que el tipo de suelo es limo - arcilloso, concluyendo se propuso una alternativa de agregar mucílago de cactus a las unidades de adobe y así determinar su influencia en el mejoramiento en compresión, flexión y la disminución de valores en la prueba de absorción de la unidad mencionada.

Formulación del Problema: El gran porcentaje de las construcciones con adobe se encuentran en condiciones regulares; pero por necesidad vienen siendo utilizadas por los pobladores; ante este requerimiento de uso y para mejorar su estabilización se plantea su mejoramiento incluyendo el mucílago de cactus que logre aumentar su compresión, aumentar su flexión y disminuir su absorción.

Por consiguiente, en la presente tesis se ha planteado el siguiente *problema general*: ¿De qué manera influye el mucílago de mucílago en porcentajes de 5%, 8% y 10 %, en las propiedades Físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021?, por consiguiente se plantearon diversos problemas específicos en esta investigación las cuales son: ¿Cuánto influye el mucílago de cactus en el ensayo de compresión en las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho-2021?; ¿Cuánto influye el mucílago de cactus en el ensayo de flexión en las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho-2021?; ¿Cuánto influye

el mucílago de cactus en el ensayo de absorción en las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho-2021?

Justificación del Problema (Investigación); La siguiente investigación tiene diversos puntos, lo cual se puede justificar dando a conocer nuevas formas de solución para optimizar las propiedades de las unidades de adobe, una de esas alternativas es utilizar el mucílago de cactus, el cual es una planta oriunda de la zona de Víctor Fajardo, ya que el utilizar el mucílago se estaría dando una nueva utilización en el ámbito de la construcción, también lo que buscamos es dar una nueva alternativa de solución. La justificación técnica; el sentido de esta investigación es de mejorar las propiedades Físicas y mecánicas de adobe incorporando un material estabilizante como el mucílago de cactus, para con ello dar mejores propiedades Físicas y mecánicas de estas unidades de albañilería. La justificación Social; es imprescindible mejorar la seguridad de la población que construyen con estas unidades de albañilería. para que ante un evento sísmico estas puedan tener menor grado de deterioro debido al mejoramiento en sus propiedades que se busca adicionar. La justificación económica, esta investigación inicia como una opción por ser un material que se puede manufacturar en cualquier medio que posee tierra, igualmente disminuye la movilización y la añadidura de otro material, ya que es suficiente para obtener propiedades vitales para la construcción. La justificación ambiental; nace como una disyuntiva ecológica por ser un componente que se puede adquirir propiamente en dicha provincia, asimismo se ve el bajo costo en la adquisición del mucílago de cactus.

En la presente tesis, se plantea la *Hipótesis General*: La incorporación del mucílago de cactus en porcentajes de 5%, 8% y 10 % mejora las propiedades Físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho - 2021. Conjuntamente se planteó las *hipótesis específicas* de esta investigación las cuales son: La incorporación del mucílago de cactus aumenta la compresión en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021; La incorporación del mucílago de cactus aumenta la flexión en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021; La incorporación del mucílago de cactus disminuye la absorción en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021.

Asimismo se propuso el *Objetivo General*: Analizar la influencia del mucílago de cactus en las propiedades Físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021. Análogamente se propuso los *objetivos específicos* de esta investigación los cuales son: Especificar la influencia del mucílago de cactus sobre el ensayo de compresión en las propiedades Físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021; Determinar la influencia del mucílago de cactus sobre el ensayo de flexión en las propiedades Físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021; Indicar la influencia del mucílago de cactus sobre el ensayo de absorción en las propiedades Físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021.

## II. MARCO TEÓRICO

En el ámbito nacional se tiene a: Flores, C. (2019), en su investigación, comprendió su objetivo de investigación estudiar y examinar la idoneidad y la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y la inmersión con respecto al agua en tres proporciones de incorporación del gel de sábila como son al 10%,15%, 20% en paralelo al adobe tradicional. Se realizó un estudio que se clasificó según la metodología de tipo aplicada, teniendo un nivel explicativo y finalmente se concluyó que el diseño de la investigación es cuasi experimental; la selección de población se designó a todos los bloques de las unidades de adobe, asimismo se denomina una población infinita, su muestra se sintetiza en 56 unidades de adobe, de manera que 14 adobes manufacturados de modo convencional, el resto de adobes estabilizados con gel de sábila al 10% (14 unidades), 15% (14 unidades), 20% (14 unidades), los instrumentos que se empleó fueron los equipos para la realización de los pruebas, equipo de compresión y flexión. De los resultados, se concluyó que, al incorporar la porción de gel de sábila como estabilizante, revela aumento en porcentajes en rango de un 26.38%, en el ensayo de compresión un rango de 42.61% en el ensayo de flexión, frente a la comparativa de un adobe típico, por lo que concluimos a mayor cantidad de gel de sábila, se consiguió adobes más resistentes.<sup>1</sup>

Quintana, Vera. (2017), su tesis presentó como objetivo analizar la resistencia a la compresión y la erosión de los bloques de adobe, en cual se hizo la sustitución de agua por un estabilizante como es el mucilago de tuna en los diferentes porcentajes 0%,25%,50%,75% y al 100%. El estudio se determinó que es de un arquetipo cuantitativa, realizando el analisis, su diseño de investigación corresponde al tipo experimental, asimismo su población fue la selección de las unidades de adobe de 25x13x10cm en función a lo que menciona la norma E0.80. La selección de la muestra fueron 300 unidades de adobe los cuales fueron afectadas por una gran variedad de ensayos de laboratorio, ejemplos de ellos son: variación dimensional, absorción, succión, compresión, erosión acelerada swinburne. Los instrumentos que se utilizó fueron los equipos para la ejecución de los ensayos, equipo de compresión y erosión. Con los resultados se determinó en el ítem de la absorción, los bloques de adobe con porcentajes de 75% y 100% fueron las unidades que pudieron examinar, el resto de los bloques se desintegró completamente, el ensayo

de succión se concluyó que los bloques de adobe de 50%, 75% y de 100% fueron los que se pudieron analizar, asimismo para la prueba de resistencia a la compresión los resultados óptimos se revelaron en las unidades con 100%, y en la prueba de erosión se llevó a cabo con los bloques de 75% y 100% lo cual se observó resultados favorables. Por lo cual se menciona que el adobe estabilizado es superior su resistencia frente a parámetros como es la compresión, erosión y absorción en comparativa frente a las unidades de adobe típico.<sup>2</sup>

Bolaños, J. (2016), en su investigación tuvo como objetivo determinar el grado de resistencia a compresión, absorción y flexión del bloque de adobe compactado adicionando diferentes porcentajes de goma de tuna, identificando y clasificando el material para su elaboración. El estudio es de tipo experimental, en relación a la población fueron 96 bloques de tierra, su muestra fue no probabilística por lo tanto un total de 96 unidades de adobe estabilizado con goma de tuna y compactado. Los instrumentos que se utilizó fueron los equipos para la ejecución de los ensayos, equipo de compresión y flexión. Se concluyó que el adobe compactado adicionando goma de tuna al 5%, 10% y 15% mejoran la resistencia a la compresión en un 43% y así mismo un 42% (flexión) a comparación del adobe sin aditivo. En el caso de la absorción el adobe tradicional no resistió, los adobes con 10% de goma de tuna aumentan en un 15% al ser comparado con el de 5%.<sup>3</sup>

En el ámbito internacional tenemos a: Arteaga Y Loja. (2018), en su investigación cuyo objetivo de investigación fue el diseño de un adobe estabilizándolo con emulsión asfáltica y así mejorar positivamente sus propiedades mecánicas analizando y evaluando los diferentes tipos existentes de adobe en Sinincay. El estudio es de tipo experimental. La población es la parroquia de Sinincay y su muestra es la Adobera 1. Se concluyó en la comparación del adobe no estabilizado y los que fueron sometidos a estabilización con emulsión asfáltica en porcentajes de 2.5%, 5%, 7.5%, 10%. Para el caso de la absorción un adobe no estabilizado tiene un 3%, en el caso del estabilizado un 0.41% en relación a su peso, es decir que absorbe menos cantidad de agua a comparación del tradicional. En el caso de las propiedades mecánicas (resistencia a la compresión) el no estabilizado alcanza una resistencia promedio de 1.4 Mpa mientras que los estabilizados un máximo de 1.63 Mpa. Los adobes estabilizados con emulsión asfáltica se desarrollaron positivamente, ya que influyo en forma directa en las propiedades mecánicas.<sup>4</sup>

Pinzón, O. (2018), en su investigación el estudio es tipo hipotética deductiva, como principal objetivo la mejora de las condiciones del pañete para contrarrestar la humedad en las viviendas de adobe en la candelaria a partir de la utilización del nopal. su población fue el sector Candelaria y, su muestra fueron 9 muros de adobe. Se concluyó que se puede mejorar las condiciones del pañete en el adobe de las viviendas en la candelaria con la utilización de nopal aplicándose en estas proporciones. El 95% de viviendas de adobe de la candelaria sufren condiciones de deterioro por humedad a partir del estudio realizado.<sup>5</sup>

Llumisig Y Siza (2017), en su investigación tuvo como objetivo; la obtención de la resistencia (compresión) del adobe al estabilizarse con: sangre de toro, estiércol de vaca, paja y savia de penca de tuna y así determinar su comportamiento sísmico a través de un modelo a escala y por medio de ensayos de laboratorio analizar, comparar las diferentes combinaciones identificando la influencia de cada muestra en el comportamiento de la estructura. El tipo de la investigación es de tipo experimental utilizando pruebas de laboratorio para la obtención de resultados, su población fue 60 adobes artesanales, su muestra fueron 6 de las cuales fueron consideradas el promedio de las 4 mejores. Se concluyó que el adobe estabilizado con sangre de toro y estiércol de vaca fueron los más resistentes a la compresión obteniendo un valor de 11,29 Kg/cm<sup>2</sup> a los 30 días, el cual fue el mayor valor.<sup>6</sup>

Cris, W (2017), in his thesis which had as objective "to study a method of rehabilitation of houses built with adobe by means of confinement wood". The type of this research was Experimental, the instrument was to make 1:20 scale models, with and without reinforcement of confinement woods, then the tests were carried out on the vibrating table. The results obtained suggest that the reinforced model had lower seismic displacements (69% less than the model without reinforcement), in addition to that the woods decreased the fissures and cracks in the walls.<sup>7</sup>

Türkmen , Ekinci , Kantarci Y Sarici (2017), In his research which objective to study the mechanical and physical properties of unbaked earth bricks stabilized with gypsum and ferrochrome slag from this work, it was that the effects of gypsum and EFS additives on mechanical and physical properties of brick materials of Uncooked Earth (UEB) to evaluate its potential benefits in construction applications. The type of this research was Experimental, the results of the terrestrial material were characterized by laboratory tests. Four different UEB samples were produced using

different compositions of soil, gypsum, EFS, and straw fibers, Compressive strength, water absorption coefficient, drying shrinkage, ultrasonic pulse speed (UPV), and density of the prepared UEB samples were determined. Experimental findings have shown that the use of gypsum and EFS in the stabilization process of UEB was advantageous.<sup>8</sup>

Degirmenci, N (2017), in his research, which objective to study the residues of phosphorous gypsum (PG) and natural gypsum as stabilization material to improve the properties of adobe soil and reduce its disadvantages, at least partially. The type of this investigation was Experimental, the results obtained were compressive and flexural strength, water softening, drying shrinkage and unit weight were determined in adobe samples. The strength values of the adobe samples increased with both gypsum additions. The greatest resistance of the adobe samples against softening in water was obtained with the addition of 25% PG. Drying shrinkage of test samples is reduced with increasing PG content. The dry unit weight of the samples was not in the recommended range specified in the standards.<sup>9</sup>

En el rango de artículos científico tenemos a: Gandia, Mayk Miller, Gomez, Marín Y Correa (2019), en su artículo científico tuvo como objetivo del estudio, fue estabilizar unidades de adobe con lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales y poder elevar sus propiedades físicas, mecánicas y térmicas. El estudio es de tipo experimental. La población fueron los bloques de adobe, la muestra es no probabilístico. Se concluyó cuando se hizo la comparativa de las unidades no estabilizadas y los estabilizadas con lodos de plantas de tratamiento en porcentajes de 0%, 1%, 3%, 5% y 7%, el uso de lodos de DAP en la fabricación de adobe es factible en concentraciones controladas y es un uso sustentable del residuo. La contracción lineal, la conductividad térmica y la resistencia a la compresión no se vieron afectadas. La adición de lodos de DAP alteró algunas propiedades del adobe. El uso de lodos de DAP en adobe está limitado al 3%; por encima de eso, el adobe se vuelve inestable en relación al agua. Por lo tanto, el uso de lodos de DAP en la fabricación de adobe es factible en concentraciones controladas y es un uso sustentable del residuo.<sup>10</sup>

Rodriguez, L (2020), en su artículo científico tuvo objetivo de estudio fue el estabilizar las unidades del adobe con yeso, melaza de caña de azúcar y ambas combinaciones mejorando la resistencia a la compresión. El estudio es de prototipo



experimental. La población fue seleccionado los bloques de adobe y su muestra es no probabilístico. Se de las pruebas han demostrado que la distribución granulométrica no fue óptima, lo que significó que las muestras estabilizadas con yeso o melaza de caña de azúcar no superaron la resistencia de la muestra de control. El primero aumentó la fuerza, pero el segundo disminuyó. A pesar de esto, la muestra estabilizada con 2.5% de yeso y 2.5% de melaza de caña de azúcar tuvo la mejor resistencia (2.15 MPa). Este estudio de caso puede contribuir a comprender mejor la resistencia a la compresión de los ladrillos de adobe estabilizados, que depende del porcentaje de la fracción de arcilla y arena, el porcentaje de estabilizador. En resumen, los estabilizadores naturales podrían ser una solución ambiental para mejorar el comportamiento mecánico.<sup>11</sup>

Saldivar Y Albarracin (2016), en el artículo científico el cual tuvo como objetivo “mejorar el comportamiento sísmico de viviendas de adobe, se evaluaron diversas formas de amarre, analizando las condiciones técnicas y monetarias en el contexto donde se llevaba el estudio. El tipo de investigación fue experimental, el instrumento fue construir dos modelos en escala reducida 1:2. El primer modelo fue construido con adobes y sin refuerzo. El segundo modelo fue reforzado con malla de alambre y enlucido con mortero cementicio. De esta investigación se obtuvo como resultado que el primer modelo sin refuerzo no sufrió daños hasta alcanzar una aceleración en la base superior a 0.30g; el modelo reforzado con malla de 7 alambre tuvo un buen comportamiento ante las aceleraciones aplicadas en la base; con el incremento progresivo de la aceleración se produjo desprendimiento de la base de hormigón, a partir de ese estado su movimiento fue como un bloque rígido, disipando la energía entre adobes y la base. Se concluyó que el refuerzo constituye, una buena alternativa para retrasar el colapso de las construcciones de adobe frente a las excitaciones generadas por sismos severos.<sup>12</sup>

Como bases teóricas relacionada a las variables y las dimensiones tenemos lo siguiente:

El mucílago de cactus: El cactus es una planta que forma pencas llamdos cladodios, tienen una altura de 0.30 a 0.60 m de largo, de ancho 0.22 a 0.42 cm y un espesor de 0.03 a 0.04 cm. El mucílago lo encontramos en los cladodios, la forma de la elaboración de la goma como estabilizador es depurar y licuar formando una goma pegajosa.<sup>13</sup>

Adobe: La unidad de adobe hace referencia a la mixtura de paja y barro, es una unidad sin cocer, lo cual se deja secar a la intemperie.<sup>14</sup> El adobe estabilizado; es el adobe tradicional, al cual se le adiciona un material estabilizador, el cual aumenta sus propiedades ya sean las físicas como también las mecánicas. La estratificación de la tierra va a variar acorde con el lugar de donde se vaya a extraer, ya que su composición cuenta con diversos porcentajes de arcilla, limos, y agregados. asimismo para realizar la mezcla se debe estudiar los componentes del barro y así saber sus características para proceder con la estabilización.<sup>15</sup>

Propiedades Físicas: Análisis Granulométrico. El análisis granulométrico se entiende como un método mecánico manual en el cual se divide las partículas de acuerdo al tamaño, para así especificar las cantidades en referencia al peso de cada tamaño, y que aporte al total. Asimismo se usan mallas con diferentes tamaños de aberturas.<sup>16</sup> Material Fino; material que sus partículas pasan (malla N°200) en relación al porcentaje de la muestra.<sup>17</sup> Material Grueso; material compuesto por las partículas que quedan (malla N°200), ya sean arenas o gravas.<sup>18</sup>

Contenido De Humedad: El contenido de humedad es una propiedad física la cual determina cuánta cantidad tiene el suelo de agua, y así definir su resistencia para la construcción y su comportamiento. Es "la relación entre el peso del agua y el peso de su base sólida, se expresa en porcentaje (%).<sup>19</sup>

Límites de Consistencia. Los límites de Atterberg: Son los contenidos de humedad, los cuales se ubican de un estado a otro en los puntos de transición, a ellos se les llama límites de Atterberg.<sup>20</sup> Límite Líquido: Es el mayor contenido de humedad del suelo sin llegar del plástico al líquido. Se define cuando se cierra una ranura de 12.4mm de 25 golpes, definido con el contenido de humedad y se determina por la copa Casagrande.<sup>21</sup> Límite Plástico: Se le denomina al mínimo contenido de humedad, cuando el suelo se vuelve a estado plástico; el suelo puede llegar a deformarse o moldearse sin recuperar su forma elástica, se rompe formando un rollito de 3,18mm.<sup>22</sup> El índice de plasticidad (PI), Se le denomina a la diferencia entre el límite líquido (LL) y el límite plástico (PL).<sup>23</sup>

Propiedades mecánicas: Resistencia a la Compresión. El Ensayo de Compresión está normado por la norma E.080 en la cual menciona el procedimiento a seguir para llevar a cabo este ensayo que consiste en lo siguiente se preparan especímenes de forma cubica de 10cm x 10cm x 10cm para cada dosificación planteada, dichos especímenes fueron secados durante 28 días una vez secado se procedió a realizar dicho ensayo en la maquina de compresion para lo cual hay que nivelar uniformemente las caras del espécimen para que al momento de aplicar la carga se de manera uniforme y los resultados sean veredicos.<sup>24</sup> El ensayo de compresion está normado por la norma E.080 en la cual menciona el procedimiento a seguir para llevar a cabo este ensayo que consiste en lo siguiente se preparan especímenes de forma cubica de 10cm x 10cm x 10cm.<sup>26</sup> El Ensayo de absorción, esta normalizado según NTP 399.613 para este ensayo se prepararon especímenes de 15cm x 30cm x 10cm para su mejor manejabilidad el ensayo consistió en lo siguiente una vez secado completamente los especímenes durante 28 días primeramente se procedió al pesado de todas los especímenes y su posterior registro los especímenes serán sumergidos durante 24 horas pasado este tiempo retirar el agua y solo dejar el espécimen secarlo cuidadosamente todas las superficies para luego pesarlo.<sup>27</sup> El Ensayo de Flexión, está normado según ASTM C78 que consiste en determinar el modulo de ruptura, es donde se obtiene, aplicándoles cargas al espécimen en los tercios de su claro de apoyo, para llevar a cabo este ensayo se prepararon especímenes de 15cm x 30cm x 10cm, se habilitaron maderas de 5cm de espesor para que cumpla la función de soporte inferior y superior sobre el soporte inferior se colocan rodillo de acero a 25mm de borde del espécimen en ambos lados en la parte superior también se colocan rodillo de acero para posteriormente aplicar la carga.<sup>28</sup> Componentes del adobe :La composición del suelo debe acercarse en limo 15-25%, arcilla 10-20%, y arena 55-70%, no tener en consideración suelos orgánicos.El adobe tiene que ser compacto y en el caso de presentar orificios, deben ser perpendiculares a su cara mayor, el cual no tiene que presentar más del 12% del área bruta de la cara de asiento o cara mayor.<sup>29</sup>

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y Diseño de investigación

Tipo de Investigación: Se define como tipo de investigación los diferentes enfoque y modalidades que podemos emplear para realizar o llevar a cabo una investigación.<sup>30</sup>

Mejoramiento en las propiedades físicas y mecánicas del adobe (mucílago de cactus)

La investigación del actual proyecto es del tipo aplicada, ya que se buscó poner en praxis los conocimientos preliminares en mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del adobe con el uso del mucílago de cactus, en base a los precedentes de casos similares, con la finalidad de tomar decisiones en la elección de una mejora en las propiedades física y mecánica del adobe incorporando diversos porcentajes de mucílago de cactus, en fundamento a los resultados adquiridos en laboratorio y los criterios del ensayo de compresión, ensayo de flexión y el ensayo de absorción.<sup>31</sup>

Diseño de investigación:

Diseño Cuasi experimental; se llama diseño cuasi experimentales ya que cuenta con restricciones al aplicareldiseño experimentalverdadero, pero si, al menosse lograinterrelacionarse conuna variableindependiente (Mucílago de cactus) con la finalidad dever el efecto yel vínculocon unao másvariablesdependientes (propiedades Físicas y mecánicos del adobe).

Mejoramiento de las propiedades Física y mecánico del adobe (mucílago de cactus)  
De este modo, elproyectose consideracuasiexperimental, debidoa quese manipularánintencionalmente lascantidades delmucílago decactus (5%, 8% y 10%) enel mejoramientode laspropiedades físicas mecánicas deladobe, con elobjetivo de analizarsu influenciaen laspropiedades Física-mecánicasde; además, se sub-clasificacomo cuasiexperimental, por lo cual cuentacon cuatro ensayos que corresponden a la muestra patrón y a las muestras con el mucílago de cactus en 5%, 8% y 10% del volumen dela muestra; dosificacioneselegidas tentativamente en base adiferentes estudiosprevios dediversosautores (tesis: Flores 10% - 15 - 20% y Quintana y Vera 0% - 25% - 50% - 75% - 100%) realizados con gel de sábila y mucílago de cactus).

### 3.2. Variable y Operacionalización.

Variable Independiente: Mucílago de cactus

Definición conceptual: (Matriz)

**MUCÍLAGO DE CACTUS (Variable. Independiente):** El cactus es una planta que forma pencas llamados cladodios, llegan a medir 30 a 60 cm de largo, de ancho 20 a 40 cm y un espesor de 2 a 3 cm. El mucílago se encuentra en los cladodios, la forma que se usa para la preparación de la goma como estabilizante es depurar y licuar formando una goma pegajosa.<sup>32</sup>

Definición operacional: (Matriz) Las dosificaciones del mucílago de cactus 5%, 8% y 10% respecto al m<sup>3</sup> del material, empleándose para las 03 muestras o combinaciones siguientes, con el objetivo de reducir el porcentaje de absorción, aumentar el valor de compresión y el valor de flexión de las unidades de adobe, inicialmente se realiza la observación y la busca el suelo tentativo para la elaboración de las unidades de adobe, luego ver la clasificación de suelos y los ensayos descritos.

Variable Independiente V1: Mucílago de cactus

Variable Dependiente: Propiedades Física y mecánica de las unidades de adobes

Definición conceptual: (Matriz)

Resistencia a la compresión; El ensayo de compresion está normado por la norma E.080 en la cual menciona el procedimiento a seguir para llevar acabo este ensayo que consiste en lo siguiente se preparan especimenes de forma cubica de 10cm x 10cm x 10cm para cada dosificacion planteada, dichos especimenes fueron secados durante 28 días una vez secado se procedio a realizar dicho ensayo en la maquina de compresion para lo cual hay que nivelar uniformemente las caras del especimen para que al momento de aplicar la carga se de manera uniforme y los resultados sean veredicos.

El ensayo de compresion está normado por la norma E.080 en la cual menciona el procedimiento a seguir para llevar acabo este ensayo que consiste en lo siguiente se preparan especimenes de forma cubica de 10cm x 10cm x 10cm.<sup>26</sup>

Ensayo de absorción; El ensayo de absorción esta normalizado según NTP 399.613 para este ensayo se prepararon especímenes de 15cm x 30cm x 10cm para su

mejor manejabilidad el ensayo consistió en lo siguiente una vez secado completamente los especímenes durante 28 días primeramente se procedió al pesado de todas los especímenes y su posterior registro los especímenes serán sumergidos durante 24 horas pasado este tiempo retirar el agua y solo dejar el espécimen secarlo cuidadosamente todas las superficies para luego pesarlo.<sup>33</sup>

Ensayo de flexión; El ensayo de flexión esta normado según ASTM C78 que consiste en determinar el modulo de ruptura, es donde se obtiene, aplicándoles cargas al espécimen en los tercios de su claro de apoyo, para llevar acabo este ensayo se prepararon especímenes de 15cm x 30cm x 10cm, se habilitaron maderas de 5cm de espesor para que cumpla la función de soporte inferior y superior sobre el soporte inferior se colocan rodillo de acero a 25mm de borde del espécimen en ambos lados en la parte superior también se colocan rodillo de acero para posteriormente aplicar la carga.

Definición operacional: (Matriz) ; Las unidades de adobe, se ensayaron con mucílago de cactus, las cuales influyeron en las propiedades físicas y mecánicas que resaltaron su calidad. En esta investigación se realizaron ensayos del Contenido de Humedad, para las 4 combinaciones preestablecidos (N, 5%, 8% y 10%) y ver el rango de disminución de la humedad de los especímenes, asimismo, se realizaron pruebas de Compresión y pruebas de flexión en las 4 mezclas (N, 5%, 8% y 10%), previamente se realizó la elección del suelo apto para la elaboración, ver su granulometría y su clasificación de suelos, para todos las combinaciones se medirá la idoneidad en la calidad a través de las pruebas hechas en el laboratorio.

Variable Dependiente V1: Propiedades Físicas y mecánicas de las unidades de adobe

### 3.3. Población, Muestra y muestreo

Población; [...] La población es el conjunto de situación o fenómeno el cual se piensa examinar o estudiar, lo cual pueden estar formado por personas, muestras o especímenes, como parámetro importante, como características tienen que ser accesible, asimismo es una característica que ayudara a sobrellevar la investigación a la población seleccionada. [34]

Mejoramiento de las propiedades Físicas y mecánicas de las unidades de adobe

La población estará compuesta por todas las bloques de adobe y sus pruebas Físicas mecánicas, que resulten de los ensayos de compresión, flexión y absorción y de las distintas mixturas con el mucílago de cactus aplicado en los 3 diseños adicionales.

Muestra; La muestra hace referencia a una porción o disgregado de un total que se escogen con antelación de una población para llevar a cabo una investigación.<sup>35</sup>

Mejoramiento de las propiedades Físicas y mecánicas de las unidades de albañilería

Cabe resaltar que, según el tipo de ensayo el Reglamento Nacional de Edificaciones nos dice: Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, la norma E-080 indica que, se debe llevar al laboratorio mínimo seis unidades de adobe para las pruebas siguientes como son: Ensayo de compresión, flexión y absorción, de los cuales se elegirá los 4 resultados más próximos.

Ante ello, mediante el reglamento nacional de edificaciones nos indican que por cada ensayo se requiere 6 unidades de adobe, por ello, se realizarán setenta y dos (60) unidades de adobe para efectos de la muestra, de ese total, se realizará ensayos de compresión (06), Ensayo de flexión (04) y (05) ensayos de absorción, y definir las propiedades Física – mecánicas, según las proporciones indicadas (N, N+5%, N+8%, N+10%)

**Tabla 01 : Tabla de Preparación de especímenes**

| ENSAYO     | Número de especímenes para su preparación |                |                |                 |
|------------|---|----------------|----------------|-----------------|
|            | 0% de mucilago                            | 5% de mucilago | 8% de mucilago | 10% de mucilago |
| Compresión | 6   | 6              | 6              | 6               |
| Flexión    | 4   | 4              | 4              | 4               |
| Absorción  | 5   | 5              | 5              | 5               |
| Sub total  | 15  | 15             | 15             | 15              |
|            |   |                | total          | 60              |

**Fuente:** Elaboración Propia

Muestreo; “El muestreo es una instrumento de la investigación científica. Su deber es tomar la determinación que porción se debe examinar de un total, ya sea población o universo.[...]. [36]

Mejoramiento de las propiedades Física y mecánicas de las unidades de adobe. El tipo de muestreo hace referencia a las diversas formas de selección, por ese sentido el muestreo es no probabilístico, ya que no es dependiente de una fórmula estadística, sino de los criterios de elección del tesista, según la clase de ensayo y de las características propias de la investigación (Reglamento Nacional de edificaciones), lo que desencadena la toma de decisiones del investigador.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica de recolección de datos; “Las técnicas o métodos y los instrumentos de investigación son los medios o formas de recolectar información que utiliza el investigador para medir el comportamiento o los atributos de las variables [...]”. [37]

Mejoramiento de las propiedades Física y mecánicas de las unidades de adobe. Es por ello, que para el procedimiento de compilación de información se utilizará la observación para poder brindar algunas posibles soluciones a las problemáticas dadas, así como también probar las hipótesis dadas. Por otro lado, las fuentes de información como bases teóricas para cada variable llegando a utilizar las fichas bibliográficas, finalmente se tiene la técnica de la cuasi experimentación. Al mismo tiempo utiliza las normativas del establecidas por el RNE: NTE E-080, NTP 399.613.

Instrumentos de recolección de datos , “[...] El instrumento se conceptualiza como un soporte que el tesista escoge con el fin de conseguir información, favoreciendo así la medición de los mismos [...]”. [38]. De tal manera que para dicha investigación se realizarán ensayos para la obtención de los resultados, por lo cual se menciona lo siguiente: Observación, fichas de laboratorio (Ver anexo); ensayos.

**Tabla 02 : Ensayo de laboratorio**

| ENSAYO                             | INTRUMENTO                     |
|------------------------------------|--------------------------------|
| Ensayo de análisis granulométrico. | Tamizado.                      |
| Contenido de humedad.              | Jucio                          |
| Limite liquido.                    | Jucio                          |
| Limite plastico.                   | jucio                          |
| Ensayo de compresión.              | Equipo de ensayo a compresión. |
| Ensayo de flexión.                 | Máquina para ensayo a flexión. |



Ensayo de absorción.

Balanza.

Fuente: Elaboración Propia

Confiabilidad, “La confiabilidad del instrumento hace referencia al nivel en que el mismo objetivo o aplicación repetida conducen al mismo resultado” [39]. Se emplearon para ello, la confiabilidad apoyada en los Laboratorios de Mecánica de Suelos de la región Ayacucho.

Validez, “[...] La validez hace mención si el instrumento verdicilmente realiza las mediciones de la variable que se predispone a medir [...]”. [40]. Todo esto, estará sujeto a la validez de las normas del NTP utilizadas y designadas para cada tipo de ensayo.

### 3.5. Procedimientos

Mejoramiento de las propiedades Físicas y mecánicas de las unidades de adobe. La elección del suelo para sacar las pruebas de suelos, fue de forma in situ, el cual será trasladado a un laboratorio de suelos, para poder realizar la clasificación de suelos y tener la certeza de que el suelo es apto, luego de ello poder desarrollar las muestras con la combinación de la muestra patrón N, y sus combinaciones (5%, 8% y 10%), donde se practicarán ensayos de Compresión, Flexión y Absorción (Atterberg: Límite Líquido y Límite Plástico) según las NTP E:080, para evaluar la mejor opción de resultados, tomándose en cuenta el número de Ensayos y la cantidad de unidades a realizarse.

3.6. Método de Análisis de datos; Para la elección de datos se realizará por medio de la observación directa, esto nos facilitará y ayudará a ver, comprender los ensayos o pruebas del laboratorio, entomandolos apuntes correspondientes, esencial para obtener los resultados y compararlo con la hipótesis [...]”. [40]

3.7. Aspectos éticos; En nuestro estatus de alumnos de la carrera profesional de Ingeniería Civil, la tesis presente se desarrolló con total decoro, integridad, consideración y franqueza de no haber replicado investigaciones de otros autores, citándolos mediante la Norma ISO-690-2010, considerando las conclusiones dadas al culminar su tesis, señalando todos los manuales, normas e instrumentos que se usaron en la tesis que se lleva a cabo con las resoluciones, asimismo al finalizar la investigación serán contrastados por la herramienta web Turnitin.<sup>41</sup>

#### IV.RESULTADOS

Nombre de la tesis:

Análisis de las propiedades Físicas y mecánicas de las unidades de adobe incluyendo mucílago de cactus, Víctor Fajardo, Ayacucho – 2021.

Ubicación:

Departamento : Ayacucho.

Provincia : Víctor Fajardo.

Distrito : Huancapi.

Ubicación : Cantera Pacucha I



Figura 01: Mapa del Perú

Fuente: Google Search

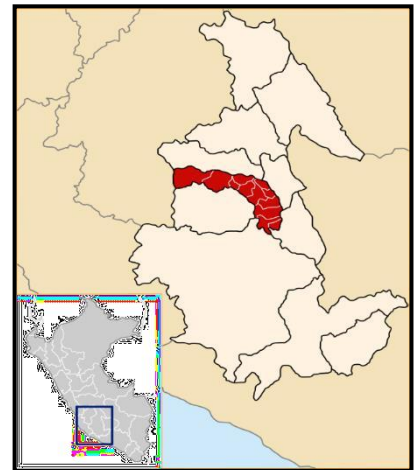


Figura 02: Mapa de la región Ayacucho

Fuente: Google Search

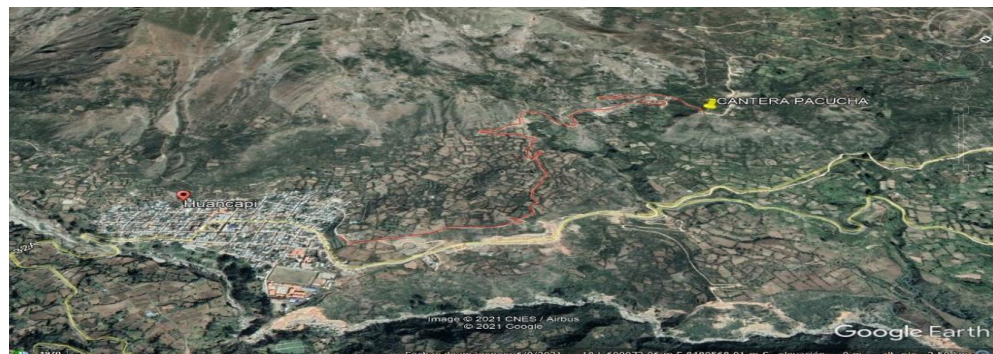


Figura 03: Localización de la cantera Pacucha I

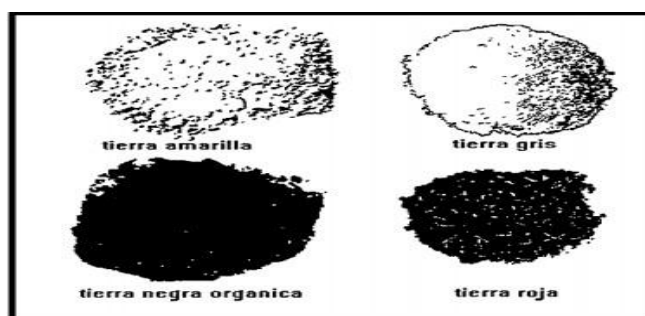
Fuente: Google Maps

El estudio se realizó en el distrito de Huancapi donde se identificó cinco canteras de extracción de arcilla para la elaboración de adobe mediante métodos simples se realizó la selección preliminar de la cantera adecuada estos métodos son:

✓ PRUEBA DE COLOR

El fin de este ensayo es diferenciar las diversas variedades de suelo, se realizará estudiando el color de cada tipo de muestra extraída. Para resumir este estudio se tomará porciones de muestra seca, para evitar variaciones de colores, ya que la muestra húmeda puede variar el estudio. Las características de los colores más importantes se detalla de la siguiente manera:

Los colores que tienen tendencia a tonalidades claros y brillantes es representativo de suelos inorgánicos, las tonalidades castaño oscuro, verde olivo o negro, es representativo de tierra orgánica.<sup>42</sup>



*Figura 04: Colores de tierra para selección*

Fuente: Adobe, Características y sus Principales usos en la Construcción” Diego de la Peña Estrada (1997).

✓ PRUEBA DE OLOR:

El siguiente estudio tiene por objetivo identificar mediante el sentido del olfato, si tiene presencia de sustancia orgánica. Consta el estudio de sustraer una mínima cantidad de muestra de suelo en estado húmedo para su posterior identificación de material orgánico, teniendo como característica principal este tipo de suelo tiene un olor particular a moho.<sup>43</sup>

✓ PRUEBA DE BRILLO

Esta prueba insitu se realiza con la finalidad de ver si hay contenido de arcilla, por medio de brillos que puede presentar en la muestra, la forma de desarrollo es tomar una cantidad mínima de suelo, lo siguiente es desmoronar la muestra, para el siguiente paso agregarle agua y formar una mezcla para formar una esfera en proporción de la mano, asimismo se divide la esfera en partes iguales y examinaremos la muestra, si se observa presencia de arcillas la muestra tendrá tonalidades brillantes, si se observa presencia de limos se verá una superficie poca brillante y veremos si hay arena cuando la tonalidad de superficie se observa la coloración opaca.<sup>44</sup>

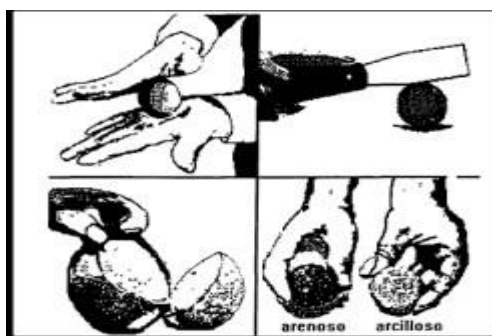


Figura 05: Prueba de brillo

Fuente: Tejada Achmidt (2001)

#### ✓ PRUEBA DE LA MORDEDURA

Esta prueba insitunos dará la facilidad de detectar por medio del rechineo de los dientes de la muestra, concluirémos si hay presencia de materiales como arenas y limos, el procedimiento es tomar una pequeña porción de muestra para colocarlo en los dientes, y sentir el sonido entre los dientes, la forma de reconocer es la siguiente, sabremos si es suelo arcilloso cuando el rechineo sea nulo, si presentamos el rechineo se escuchará de forma sutil, si hay presencia de arena el rechineo será en gorgoros muy notorio.

#### ✓ PRUEBA DE LA CINTILLA.

La siguiente prueba insitu se resume en sacar una pequeña porción de tierra en condición húmeda, luego de ello se realizarán rollos de medidas de 15 mm de diámetro, colgarlo en la aire y finalmente cuantificar la longitud que se despedaza, en lo cual se puede dar diversos casos, si el rollito se quiebra antes de alcanzar los 50 mm, se considerará suelo no apto a arenoso. En el caso de que el rollito se quiebre al llegar a una medida entre 50 y 0150

mm, se concluirá que es un suelo arcillo – arenosa. En el caso el rollito alcanza una medida superior de 150 mm.

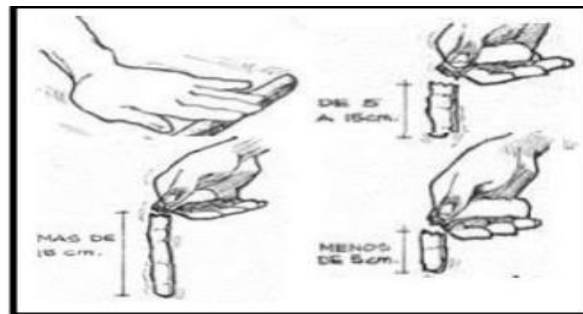


Figura 06: Prueba de Cintilla

Fuente: Blondet, Neumann, & Tarque (2015)

✓ PRUEBA DE LA RESISTENCIA SECA DE LA BOLA

Esta prueba consiste en tomar una porción de suelo seco, luego de ello se mezcla homogéneamente, así mismo como siguiente paso se irá incorporando agua, con la agua de un regadera se irá administrando el agua, luego de ello se hace una esfera con la mano, con una medida de 0.05 m de diámetro, al finalizar se procederá en dejar caer con el brazo a una altura de 120 cm.

Al momento que cae la esfera, se presentarán diversas situaciones como la siguiente, si la muestra se disgrega en fragmentos pequeños, la muestra contiene escasa cantidad de agua. En el caso la muestra se aplasta y no se fragmenta, tiene excedente de agua. En el caso se disgrega en porciones grandes, la muestra será idónea para la manufactura del adobe.<sup>46</sup>

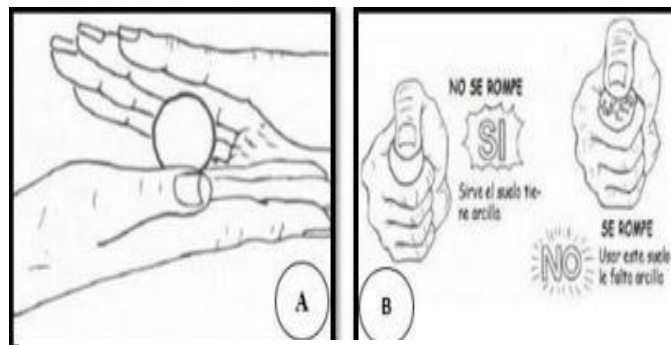
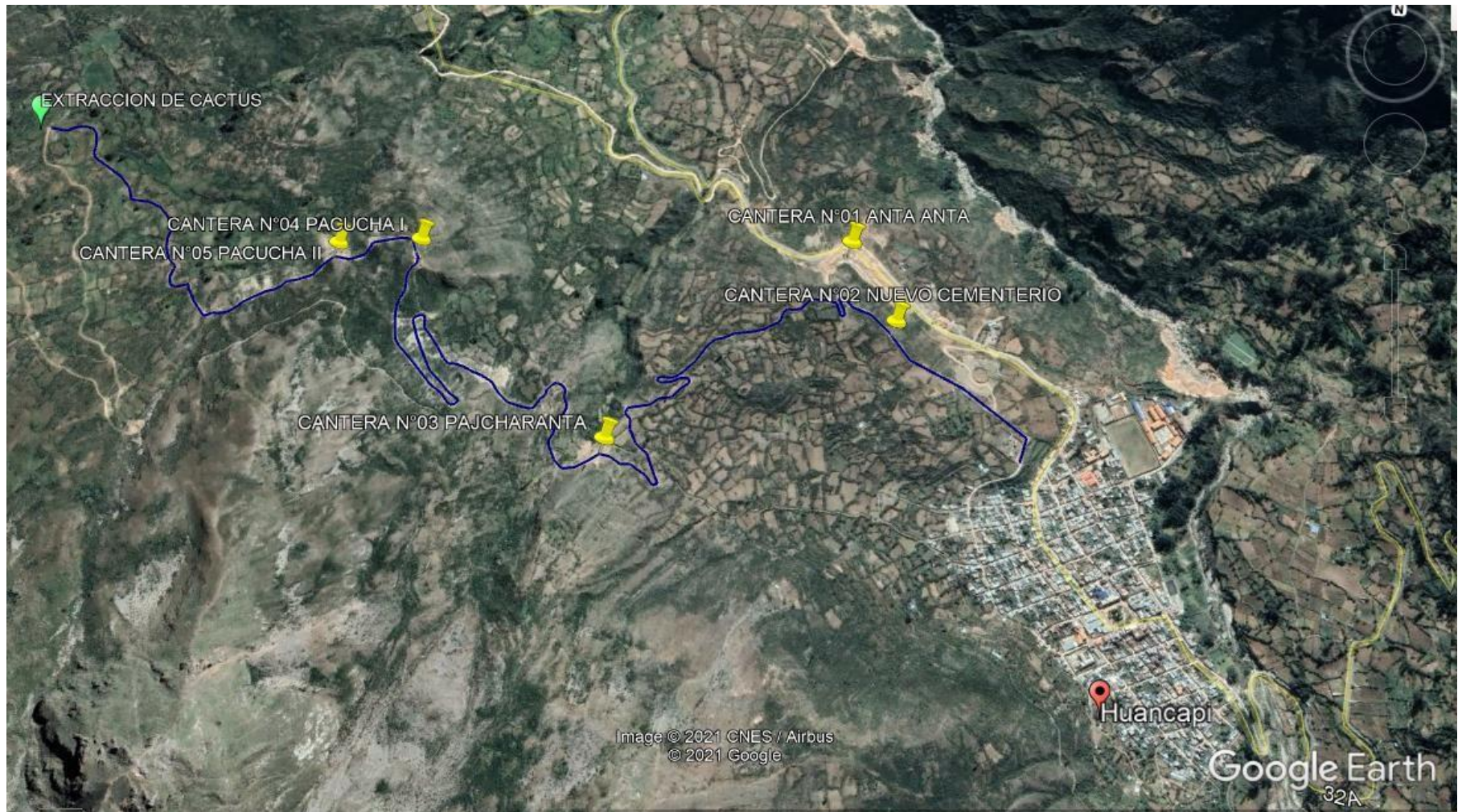


Figura 07: Prueba de Resistencia de bola

Fuente: Blondet, Neumann, & Tarque (2015)



*Figura 08:* Puntos de extracción de insumos para la elaboración de adobe

Fuente: Google Maps

**Tabla 03 : Ensayo In situ**

| TIPO DE PRUEBA                                   | TIPO DE SUELO                          | ESPECIFICACIONES   | CANTERA N°01 | CANTERA N°02 | CANTERA N°03 | CANTERA N°04 | CANTERA N°05 |
|--|--|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>PRUEBA DE COLOR.</b>                          | Suelos inorgánicos                     | Los colores son claros y brillantes                              |              |              |              | X            |              |
|  | Suelos orgánicos                       | Los colores son oscuros (negros, marrones y verdes)              |              | X            |              |              | X            |
|  | Suelo poco cohesivo                    | Los colores son grises de suelos limosos con carbonato de calcio | X            |              | X            |              |              |
| <b>Resultado</b>                                 |  |  | INADECUADO   | INADECUADO   | INADECUADO   | IDÓNEO       | INADECUADO   |
| <b>PRUEBA DE OLOR.</b>                           | Presencia de olor rancio u olor a moho |  | X            | X            | X            |              | X            |
| <b>Resultado</b>                                 |  |  | INADECUADO   | INADECUADO   | INADECUADO   | IDÓNEO       | INADECUADO   |
| <b>PRUEBA DE BRILLO.</b>                         | Presencia de arcillas                  | Superficie brillante   |              |              |              | X            |              |
|  | Limos y poca arcilla                   | Brillo intermedio o mate   | X            |              |              |              | X            |
|  | Predominio de arena                    | Un poco brillante u opaco  |              | X            | X            |              |              |
| <b>Resultado</b>                                 |  |  | INADECUADO   | INADECUADO   | INADECUADO   | IDÓNEO       | INADECUADO   |
| <b>PRUEBA DE LA MORDEDURA.</b>                   | Suelo arenoso                          | Sí rechina mucho y sensación desagradable.                       |              | X            |              |              |              |
|  | Suelo limoso                           | Sí rechina ligeramente y la textura no es tan desagradable       | X            |              | X            |              | X            |
|  | Suelo arcilloso                        | Si no rechina  |              |              |              | X            |              |
| <b>Resultado</b>                                 |  |  | INADECUADO   | INADECUADO   | INADECUADO   | IDÓNEO       | INADECUADO   |
| <b>PRUEBA DE LA CINTILLA.</b>                    | Suelos arcillosos                      | Mayor a 15cm   |              |              |              |              | X            |
|  | Suelo aceptable                        | Entre 15cm y 20cm  |              |              |              | X            |              |
|  | Suelo arenoso                          | Menor a 5cm  | X            | X            | X            |              |              |
| <b>Resultado</b>                                 |  |  | INADECUADO   | INADECUADO   | INADECUADO   | IDÓNEO       | INADECUADO   |
| <b>PRUEBA DE LA CAÍDA DE LA BOLA</b>             | Falta de agua                          | Si las bolas se desmoronan en trozos pequeños                    | X            |              |              |              | X            |
|  | Demasiado agua                         | Si la bola no se desmorona                                       |              | X            | X            |              |              |
|  | Cantidad optima de agua                | Si la bola se desmorona en trozos grandes                        |              |              |              | X            |              |
| <b>Resultado</b>                                 |  |  | INADECUADO   | INADECUADO   | INADECUADO   | IDÓNEO       | INADECUADO   |
| <b>PRUEBA DE LA RESISTENCIA SECA DE LA BOLA.</b> | Tiene arcilla                          | La bola no se rompe (apto)                                       |              |              |              | X            |              |
|  | No tiene arcilla                       | La bola se rompe (no apto)                                       | X            | X            | X            |              | X            |
| <b>Resultado</b>                                 |  |  | INADECUADO   | INADECUADO   | INADECUADO   | IDÓNEO       | INADECUADO   |

Fuente: Elaboración Propia

Según los resultados y las características analizadas se da a conocer que la cantera APTA para la elaboración de adobe es la CANTERA NÚMERO 4 (PACUCHA I)

## TRABAJO DE LABORATORIO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

El análisis granulométrico se realizó bajo la Norma ASTM D422 (Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils). Se llevó una muestra de aproximadamente 2 kilos de suelos, al laboratorio particular LEMSAC S.R.L en la ciudad de Huamanga.

DATOS:

Peso inicial seco (gr): 619.20

Peso lavado secado (gr): 419.9

**Tabla 04 :** *Ensayo Granulométrico*

| Malla  | abertura | Material retenido |       | % acumulados |         |
|--------|----------|-------------------|-------|--------------|---------|
|        |          | (gr)              | (%)   | Retenido     | Pasante |
| 3"     | 75.00    | 0.00              | 0.00  | 0.00         | 100.00  |
| 2"     | 50.00    | 0.00              | 0.00  | 0.00         | 100.00  |
| 1 ½"   | 37.50    | 0.00              | 0.00  | 0.00         | 100.00  |
| 1"     | 25.00    | 0.00              | 0.00  | 0.00         | 100.00  |
| ¾"     | 19.00    | 0.00              | 0.00  | 0.00         | 100.00  |
| 3/8"   | 9.50     | 0.00              | 0.00  | 0.00         | 100.00  |
| N°4    | 4.750    | 27.90             | 4.51  | 4.51         | 95.49   |
| N°10   | 2.000    | 59.20             | 9.56  | 14.07        | 85.93   |
| N°20   | 0.850    | 57.70             | 9.32  | 23.39        | 76.61   |
| N°40   | 0.425    | 62.50             | 10.09 | 33.48        | 66.52   |
| N°50   | 0.300    | 48.90             | 7.90  | 41.38        | 58.62   |
| N°100  | 0.150    | 69.70             | 11.26 | 52.63        | 47.37   |
| N°200  | 0.075    | 77.50             | 12.52 | 65.15        | 34.85   |
| FONDO  | 0.00     | 16.50             | 2.66  | 67.81        | 32.19   |
| LAVADO | 0.00     | 199.30            | 32.19 | 100.00       | 0.00    |

Fuente: Elaboración Propia



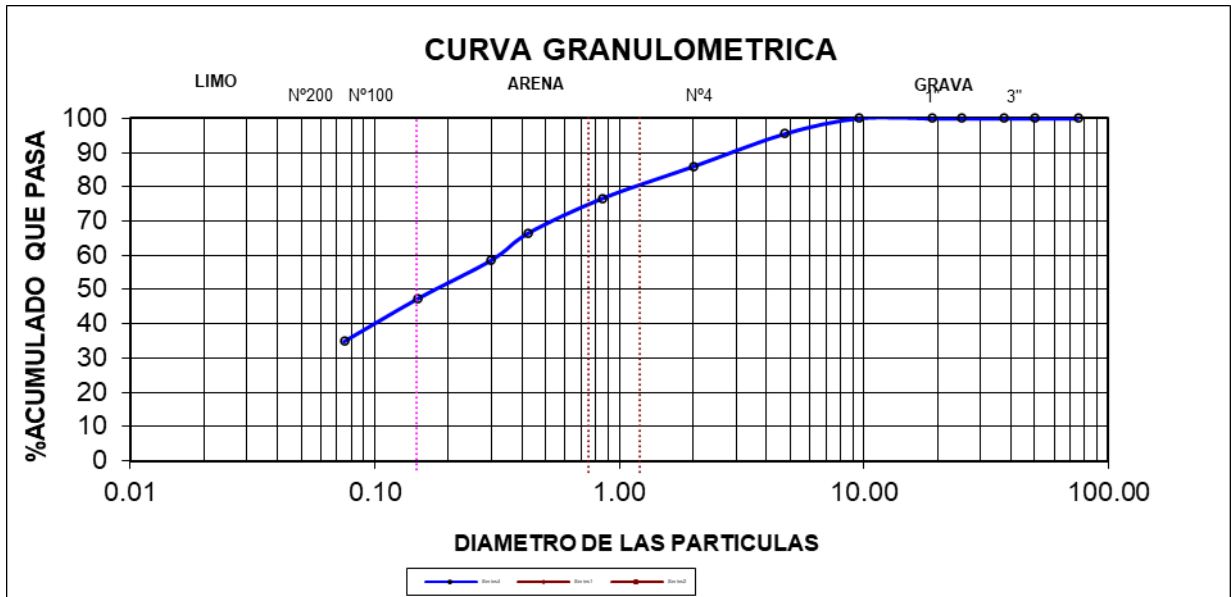


Figura 09: Gráfico de curva Granulométrica

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Observando el registro de datos del análisis granulométrico, se observa que el 60.64% se encuentra retenida entre los tamices N°10 y 200 (0.074 a 2.000 mm.), partículas que por su tamaño las denominamos como arena; mientras que el 34.85% son finos ya que estas pasaron el tamiz N°200 (partículas inferiores a 0.074 mm.) correspondiente a limos y arcillas. Por lo tanto, podemos indicar en primera instancia, que se trata de arena con contenido de arcilla y/o limo.

### ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA

#### a. Determinación del Límite Líquido

Para determinar los límites de consistencia seguimos las pautas indicadas en la Norma ASTM D4318 (Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils). Se tomó una muestra de 80 gr. aproximadamente, pasante en el tamiz N°40.<sup>47</sup>

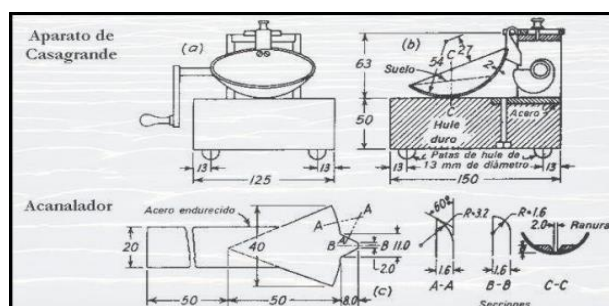


Figura 10: Gráfico de Límite de Consistencia

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 05 : Tabla de Límite Líquido

**LIMITE LIQUIDO**

| LATA                              | 1     | 2     | 3     |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|
| Peso de lata (gr)                 | 39.40 | 38.80 | 41.40 |
| Peso del suelo humedo + lata (gr) | 31.30 | 31.0  | 33.50 |
| Peso del suelo seco + lata (gr)   | 8.10  | 7.80  | 7.9   |
| Peso del agua (gr)                | 14.70 | 13.80 | 14.5  |
| Peso del suelo seco (gr)          | 16.60 | 17.20 | 19.0  |
| % De humedad                      | 48.8  | 45.3  | 41.6  |
| Numero de golpes                  | 17    | 26    | 38    |

Fuente: Elaboración propia.

Con los tres datos (puntos) pasamos a graficar teniendo en cuenta el número de golpes y el porcentaje de humedad así mismo se trazó una recta vertical perpendicular al eje de las abscisas en 25 golpes y en el punto de intersección con la recta que representamos los tres puntos, se trazó una recta horizontal perpendicular al eje de las ordenadas, ese punto representa el Límite Líquido del suelo el cual es 46.03%, como se muestra en la figura.

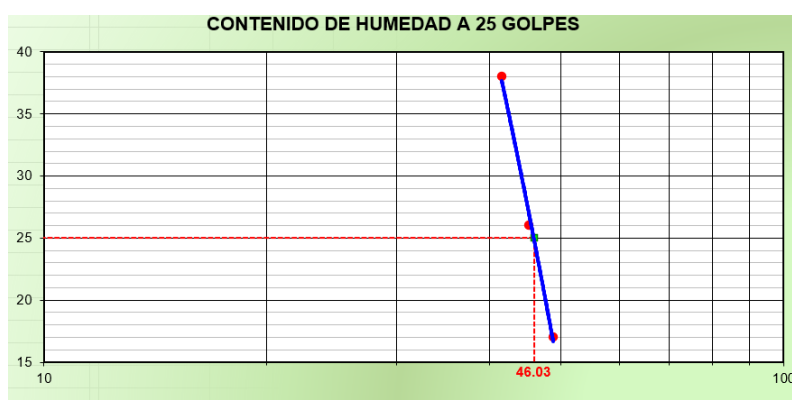


Figura 11: Gráfico de Límite Líquido

Fuente: Elaboración Propia

b. Determinación del Límite Plástico

1. Utilizamos 2 tarros correctamente identificados (con números) y se realiza el peso respectivo.
2. La muestra es aproximadamente 20 gr. de la muestra preparada para la prueba de Límite Líquido, así mismo se le incorporó agua con una pipeta, y mezclamos hasta obtener una mezcla homogénea.
3. Se realizó 2 cilindros o rollitos de 1/8" de espesor (3 mm. aproximadamente). Cuando se quebró la muestra se colocaba en los tarros y pasa a pesar.
4. Se registró el peso de cada muestra (suelo húmedo) y colocamos los tarros en el horno a 110°C por 24 horas.
5. Se registró el peso del suelo seco y se procedió a calcular el porcentaje de humedad de cada una de las muestras según consta en la tabla siguiente:

**Tabla 06 :** *Tabla de Límite Líquido*

**LIMITE PLASTICO**

| <b>Lata</b>                       | <b>1</b> | <b>2</b> |
|-----------------------------------|----------|----------|
| Peso de lata (gr)                 | 24.10    | 33.14    |
| Peso del suelo húmedo + lata (gr) | 21.70    | 28.34    |
| Peso del suelo seco + lata (gr)   | 2.40     | 4.80     |
| Peso del agua (gr)                | 13.80    | 12.55    |
| Peso del suelo seco (gr)          | 7.90     | 15.79    |
| % de humedad                      | 30.4     | 30.4     |
| % promedio                        | 30.4     |          |

Fuente: Elaboración propia.

El límite plástico se calcula encontrando el promedio de los dos resultados, obteniendo LP = 30.4%.

c). Determinación del Índice Plasticidad.

El Índice Plástico calcula encontrando la diferencia entre el Límite Líquido y Límite Plástico.

$$IP = LL - LP$$

$$IP = 46.03 - 30.4$$

IP=15.63

IP=16.

**Tabla 07:** *Tabla de grado de plasticidad del suelo*

| <i>IP</i> | <i>Descripción</i>   |
|-----------|----------------------|
| 0 - 3     | No plástico          |
| 3 - 15    | Ligeramente plástico |
| 15-30     | Baja plasticidad     |
| > 30      | Alta plasticidad     |

Fuente: Sowers, 1979

d). Clasificación del suelo:

Según sistema Unificado de Clasificación del Suelo (SUCS)

Procedimiento:

Del análisis de granulometría, se percibió el porcentaje del 32.19% que fue el que pasó por el tamiz N° 200, al tener menor porcentaje de 50% deducimos que es un suelo grueso.

Seguidamente observamos el porcentaje que pasa por el tamiz N° 4 siendo 95.49%, al tener cantidades superiores al 50%, inferimos su clasificación como arena.

Asimismo analizamos el tamiz N° 200 para disponer a qué finos pertenece. El porcentaje de material fino 4.85% fue mayor a 12%, asimismo examinamos la carta de plasticidad de Casagrande (según ASTM D-2487), los Límites de consistencia, exactamente el Límite Líquido e Índice de Plasticidad.

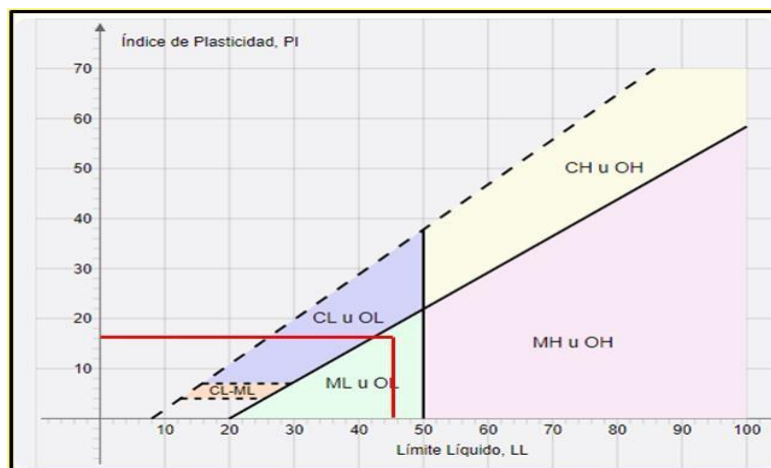


Figura 12: Gráfico de Carta de Plasticidad

Fuente: Recuperado de google

Segun el SUCS, determinó que se clasifica como "Arena limosa de baja plasticidad".

Clasificación de suelos

Según la Asociación Americana de oficiales de Carreteras Estatales y Transportes

Para la determinación del suelo según AASHTO, analizamos el porcentaje que paso por la abertura N°4, 40 y 200 que fueron 95.49%, 66.52% y 34.85% respectivamente.

Calculamos el índice de grupo

$$IG = 0.2(a) + 0.005(a)(c) + 0.01(b)(d)$$

% que pasa tamiz N°200

35%(min) a 75%(max)

0 40

el % que pasa es inferior a limite minimo, entonces

porcentaje que pasa N°200 es 34.85%

a = 0

% que pasa tamiz N°200

15%(min) b 55%(max)

0 40

El % que paso es superior a limite minimo entonces se calculoel excedente.

$$B=34.85\%-15\%=19.85$$

Limite liquido

40%(min) c 60%(max)

0 20

El limite liquido es inferior a valor minimo, entonces

$$IG = 0.2(a) + 0.005(a)(c) + 0.01(b)(d)$$

$$IG = 1$$

Para determinar el tipo de suelo según el AASHTO, analizamos el porcentaje que pasó por la abertura N° 4, 30 y 200.

| DIVISIÓN GENERAL  |      | Materiales Granulares<br>(más del 15% por el tamiz ASTM #200) |            |      |                                      |       |       | Materiales Limo-arcillosos<br>(más del 15% por el tamiz ASTM #200) |                |      |                   |       |       |
|---|------|---|------------|------|--------------------------------------|-------|-------|--|----------------|------|-------------------|-------|-------|
| GRUPO   |      | A-1   |            | A-3  | A-2                                  |       |       | A-4  | A-5            | A-6  | A-7               |       |       |
| Subgrupo  |      | A-1-a   | A-1-b      |      | A-2-4                                | A-2-5 | A-2-6 | A-2-7  |                |      |                   | A-7-5 | A-7-6 |
| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (% que pasa por cada tamiz)                             |      |   |            |      |                                      |       |       |  |                |      |                   |       |       |
| Serie ASTM  | #10  | ≤ 50  |            |      |                                      |       |       |  |                |      |                   |       |       |
|   | #40  | ≤ 30  | ≥ 30       | ≥ 31 |                                      |       |       |  |                |      |                   |       |       |
|   | #200 | ≤ 15  | ≤ 25       | ≤ 10 | ≤ 35                                 | ≤ 35  | ≤ 35  | ≤ 35   | ≥ 35           | ≥ 36 | ≥ 36              | ≥ 35  | ≥ 36  |
| ESTADO DE CONSISTENCIA (de la fracción de suelo que pasa por el tamiz ASTM #40) |      |   |            |      |                                      |       |       |  |                |      |                   |       |       |
| Límite Líquido  |      |   |            |      | ≥ 41                                 | ≤ 40  | ≥ 41  | ≤ 40   | ≥ 41           | ≤ 40 | ≥ 41              | ≤ 40  | ≥ 41  |
| Límite Plástico   | ≤ 5  |   | NP         |      | ≤ 10                                 | ≥ 10  | ≥ 11  | ≥ 11   | ≤ 10           | ≤ 10 | ≥ 11              | ≥ 11  | ≤ 11  |
| ÍNDICE DE GRUPO   |      |   |            |      | ≤ 4                                  |       |       |  | ≤ 8            | ≤ 12 | ≤ 20              |       | ≤ 20  |
| TIPOLOGÍA   |      | Fragmentos de piedra, grava y arena                           | Arena fina |      | Gravas y arenas limosas o arcillosas |       |       |  | Suelos limosos |      | Suelos arcillosos |       |       |
| CALIDAD   |      | EXCELENTE A BUENA   |            |      |                                      |       |       | ACEPTABLE A MALA   |                |      |                   |       |       |

Figura 13: Determinación del Tipo de suelo mediante el método AASHTO

Fuente: Recuperado de google

- Según AASHTO, la muestra pertenece al tipo A-2-7(1) lo cual se denomina Gravas y Arenas limosas o arcillosas.
- Para determinarse si es grava o arena (toda vez que en la tabla de AASHTO no se permite visualizar qué tipo corresponde), nos apoyamos en la clasificación obtenida mediante el SUCS, en el que se estableció que se trata de Arena Limosa de baja plasticidad, en ese sentido concluimos que según la clasificación AASHTO se trata de una "Arena Limosa".

## Objetivo 1

Especificar la influencia del mucílago de cactus sobre el ensayo de compresión en las propiedades Físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021

Reseña ensayo a compresion, el ensayo de compresion está normado por la norma E.080 en la cual menciona el procedimiento a seguir para llevar acabo este ensayo que consiste en lo siguiente se preparan especimenes de forma cubica de 10cm x 10cm x 10cm para cada dosificacion planteada, dichos especimenes fueron secados durante 28 dias una vez secado se procedio a realizar dicho ensayo en la maquina de compresion para lo cual hay que nivelar uniformemente las caras del especimen para que al momento de aplicar la carga se de manera uniforme y los resultados sean veredicos.<sup>48</sup>

### Evidencias fotografica



*Figura 14:* Ensayo de compresión  
Fuente: Elaboración propia



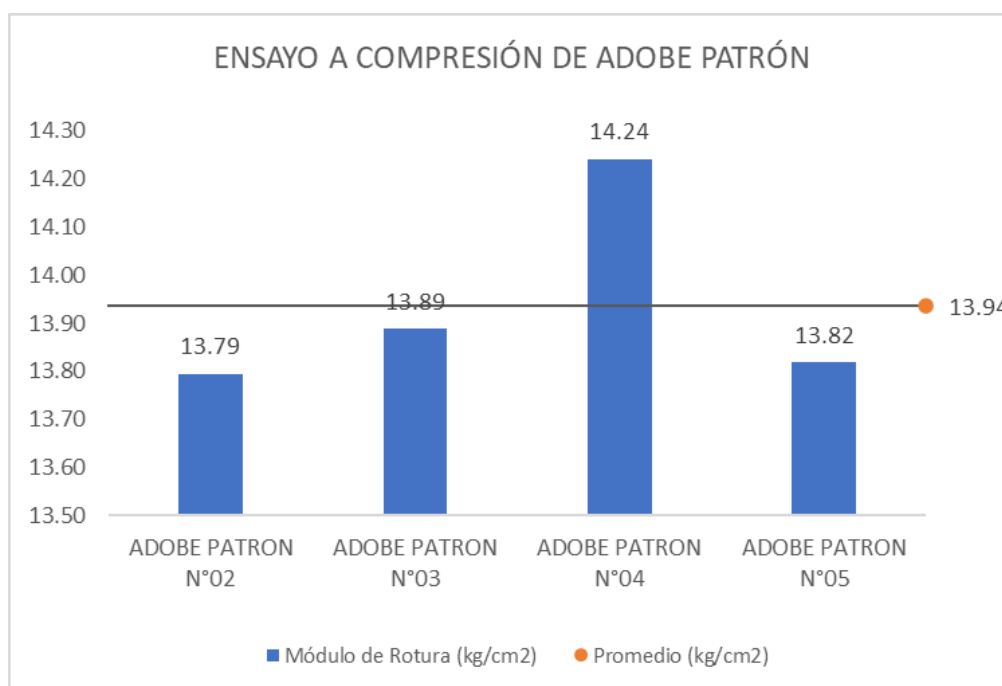
*Figura 15:* Ensayo de compresión  
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 08:** Registro de datos y resultados del ensayo a compresión de abobe patrón

**Resultados del ensayo a compresion con 0% de mucilago**

| <i>Identificación</i> | Largo<br>(cm) | Ancho<br>(cm) | Carga<br>(ka) | Peso<br>(ka) | Módulo<br>de Rotura<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio<br>(ka/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--|-----------------------------------|
| 0% de Mucílago<br>N°1 | 10.2          | 9.95          | 1400          | 1.59         | 13.79  |                                   |
| 0% de Mucílago<br>N°2 | 9.9           | 10.1          | 1390          | 1.58         | 13.89  | 13.94                             |
| 0% de Mucílago<br>N°3 | 9.9           | 10            | 1410          | 1.59         | 14.24  |                                   |
| 0% de Mucílago<br>N°4 | 10.1          | 9.96          | 1390          | 1.57         | 13.82  |                                   |

Fuente.elaboracion propia



**Figura 16:** Resultado de compresión (Muestra Patrón)

Fuente: Elaboración propia

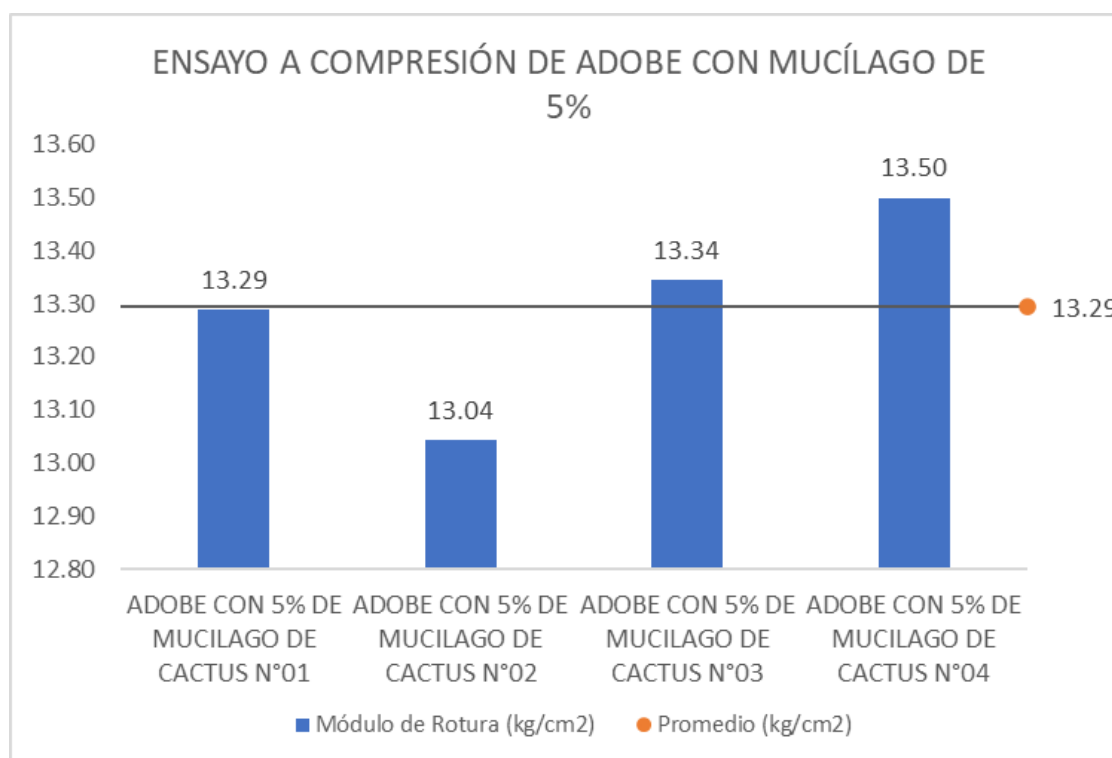


**Tabla 09:** Registro de datos y resultados del ensayo a compresión de abobe con 5% de mucílago de cactus

**Resultados del ensayo a compresión con 5% de mucílago**

| Identificación     | Largo (cm) | Ancho (cm) | Carga (kg) | Peso (kg) | Módulo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------------|------------|------------|------------|-----------|--|--------------------------------|
| 5% de Mucílago N°1 | 10.0       | 10.2       | 1350       | 1.46      | 13.29                                  | 13.29                          |
| 5% de Mucílago N°2 | 10.1       | 10.4       | 1370       | 1.44      | 13.04                                  |                                |
| 5% de Mucílago N°3 | 10.4       | 9.8        | 1360       | 1.45      | 13.34                                  |                                |
| 5% de Mucílago N°4 | 9.95       | 10.2       | 1370       | 1.44      | 13.50                                  |                                |

Fuente. Elaboracion propia.



**Figura 17:** Resultado de compresión (Muestra 5%)

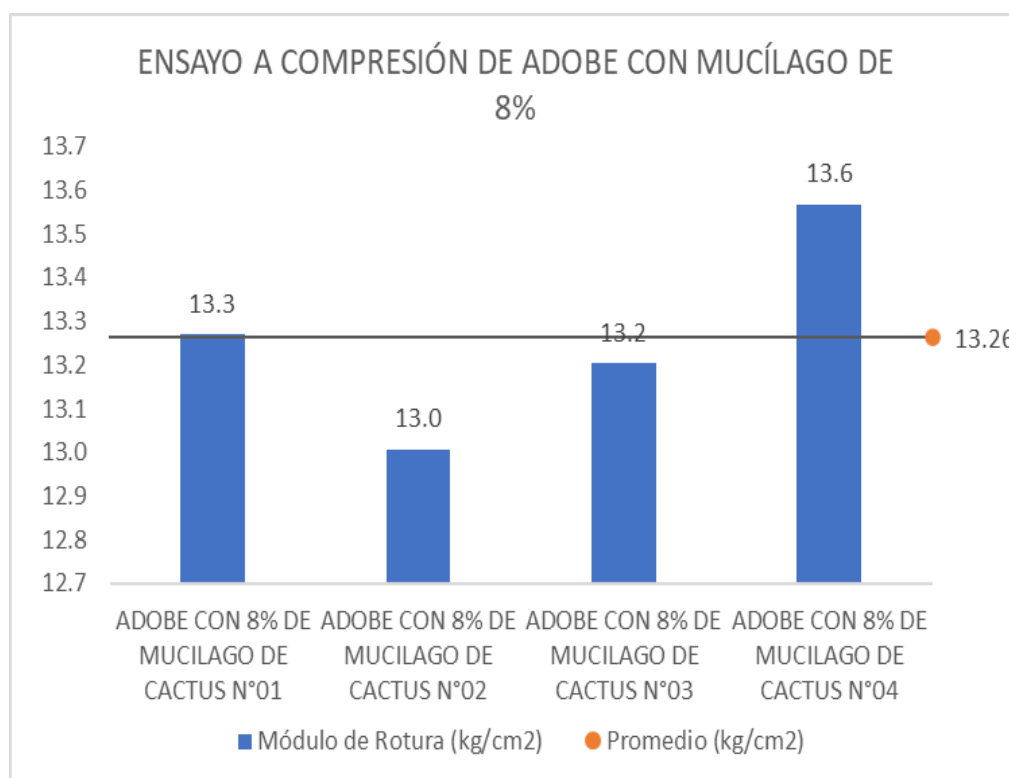
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10:** Registro de datos y resultados del ensayo a compresión de adobe con 8% de mucílago de cactus

**Resultados del ensayo a compresion con 8% de mucilago**

| Identificación     | Largo (cm) | Ancho (cm) | Carga (kg) | Peso (kg) | Módulo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------------|------------|------------|------------|-----------|--|--------------------------------|
| 8% de Mucilago N°1 | 10.3       | 9.95       | 1360       | 1.35      | 13.27                                  | 13.26                          |
| 8% de Mucilago N°2 | 10.2       | 10.1       | 1340       | 1.44      | 13.01                                  |                                |
| 8% de Mucilago N°3 | 10.0       | 10.2       | 1340       | 1.33      | 13.20                                  |                                |
| 8% de Mucilago N°4 | 10.0       | 9.95       | 1350       | 1.34      | 13.57                                  |                                |

Fuente. Elaboracion propia.



**Figura 18:** Resultado de compresión (Muestra 8%)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Registro de datos y resultados del ensayo a compresión de abobe con 10% de mucílago de cactus

**Resultados del ensayo a compresión con 10% de mucílago**

| Identificación      | Largo (cm) | Ancho (cm) | Carga (kg) | Peso (kg) | Módulo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---------------------|------------|------------|------------|-----------|--|--------------------------------|
| 10% de Mucílago N°1 | 10.0       | 10.0       | 1330       | 1.22      | 13.37                                  | 13.13                          |
| 10% de Mucílago N°2 | 10.2       | 10.1       | 1320       | 1.23      | 12.81                                  |                                |
| 10% de Mucílago N°3 | 10.0       | 10.2       | 1320       | 1.21      | 12.97                                  |                                |
| 10% de Mucílago N°4 | 9.99       | 10.0       | 1330       | 1.21      | 13.38                                  |                                |

Fuente. Elaboracion propia.

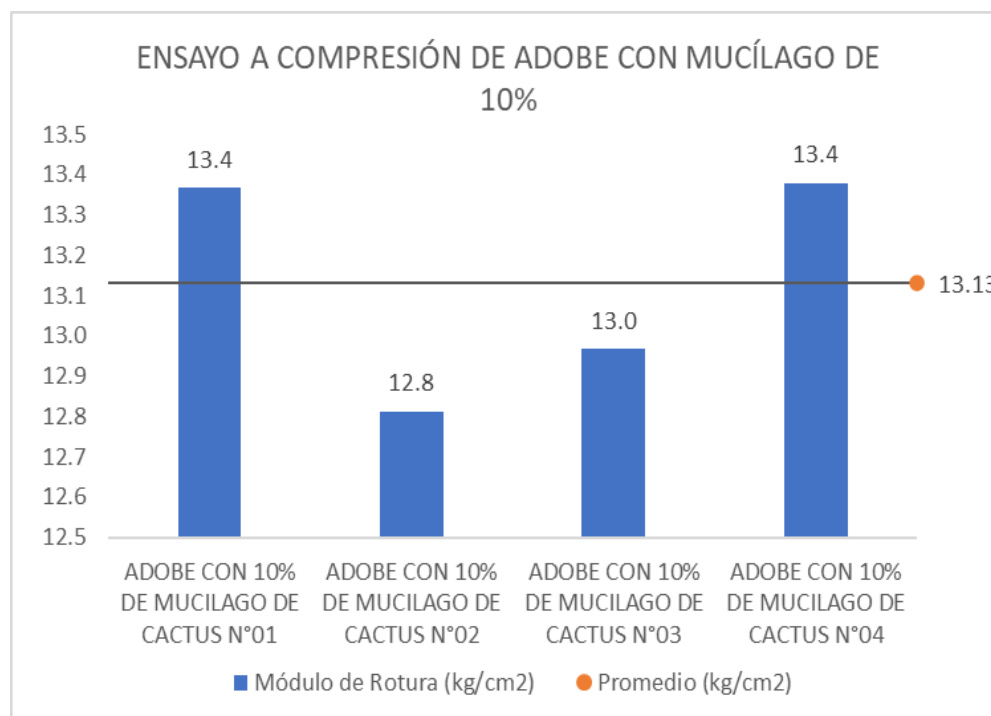


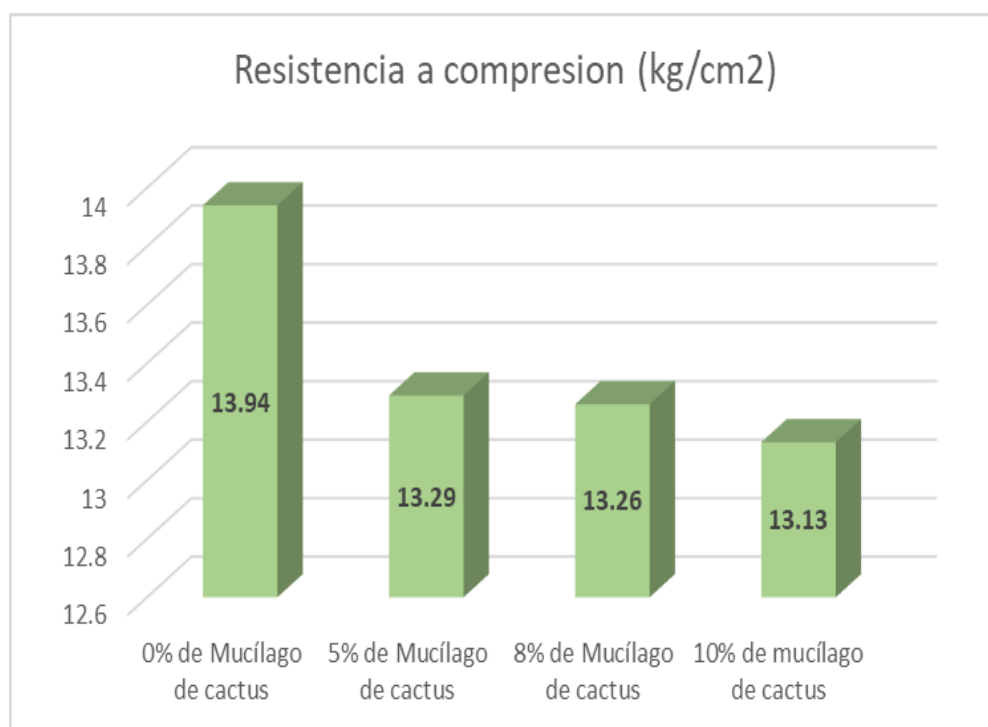
Figura 19: Resultado de compresión (Muestra 10%)

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12:** Cuadro comparativo de resultados de las cuatro dosificaciones  
**Especímenes**                      **Resistencia a compresion**  
**(kg/cm<sup>2</sup>)**

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| <b>0% de Mucílago de cactus</b>  | 13.94 |
| <b>5% de Mucílago de cactus</b>  | 13.29 |
| <b>8% de Mucílago de cactus</b>  | 13.26 |
| <b>10% de mucílago de cactus</b> | 13.13 |

Fuente. Elaboracion propia.



**Figura 20:** Cuadro comparativo del ensayo de Compresión  
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La norma E. 080 nos indica un procedimiento para la obtencion de la resistencia a la compresion lo cual plantea que debe haber 6 muestras de los cuales una vez ensayada se elegira los cuatro resultados mas proximos entre si, según las dosificaciones planteadas como patron, 5%, 8% y 10% se obtuvieron

resistencias a la compresion de 13.94 kg/cm<sup>2</sup>, 13.29 kg/cm<sup>2</sup>, 13.26 kg/cm<sup>2</sup> y 13.13 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente , cabe mencionar que la resistencia de todas las muestras superan la resistencia minima exigida por la norma E. 080 de 10.2 kg/cm<sup>2</sup> , como se muestra en la tabla N°12, se ve la reduccion de la resistencia cuando mayor porcentaje de mucílago de cactus contiene el espécimen.

## Objetivo 2

Determinar la influencia del mucílago de cactus sobre el ensayo de flexión en las propiedades Fisica y mecánica de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021.

Reseña ensayo de flexión; el ensayo de flexión esta normado según ASTM C78 que consiste en determinar el modulo de ruptura, es donde se obtiene, aplicándoles cargas al espécimen en los tercios de su claro de apoyo, para llevar acabo este ensayo se prepararon especímenes de 15cm x 30cm x 10cm, se habilitaron maderas de 5cm de espesor para que cumpla la función de soporte inferior y superior sobre el soporte inferior se colocan rodillo de acero a 25mm de borde del espécimen en ambos lados en la parte superior también se colocan rodillo de acero para posteriormente aplicar la carga.<sup>49</sup>

## Evidencias fotográficas



*Figura 21: Ensayo de Flexión*  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 22: Ensayo de Flexión*  
Fuente: Elaboración propia

## Tabla

**13:** *Registro de datos y resultados del ensayo de flexión del adobe patrón*

### Resultados del ensayo a flexion con 0% de mucilago

| Identificación     | Distancia entre apoyos (cm) | Largo (cm) | Altura (cm) | Carga (kg) | Peso (kg) | Módulo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------------|-----------------------------|------------|-------------|------------|-----------|--|--------------------------------|
| 0% de Mucílago N°1 | 25.5                        | 29.8       | 9.9         | 113        | 6.863     | 0.99                                   | 1.01                           |
| 0% de Mucílago N°2 | 25.5                        | 29.9       | 9.7         | 117        | 6.865     | 1.06                                   |                                |
| 0% de Mucílago N°3 | 25.5                        | 30.0       | 9.8         | 114        | 6.862     | 1.01                                   |                                |
| 0% de Mucílago N°4 | 25.5                        | 30.5       | 10          | 119        | 6.860     | 0.99                                   |                                |

Fuente. Elaboracion propia.

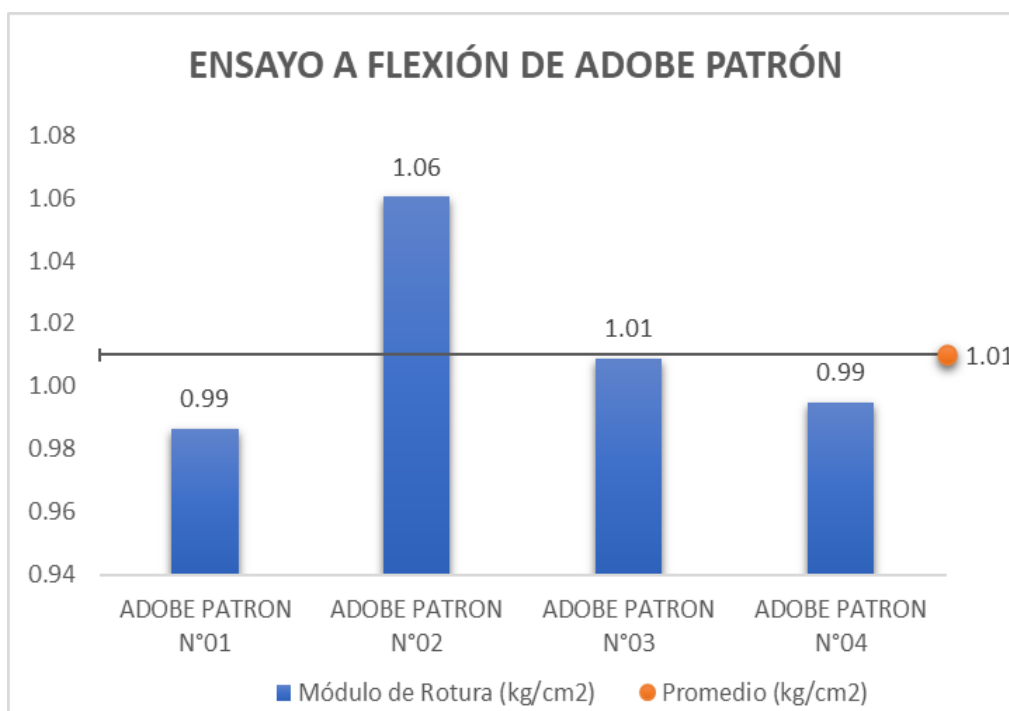


Figura 23: Ensayo de Flexión (Muestra 0%)

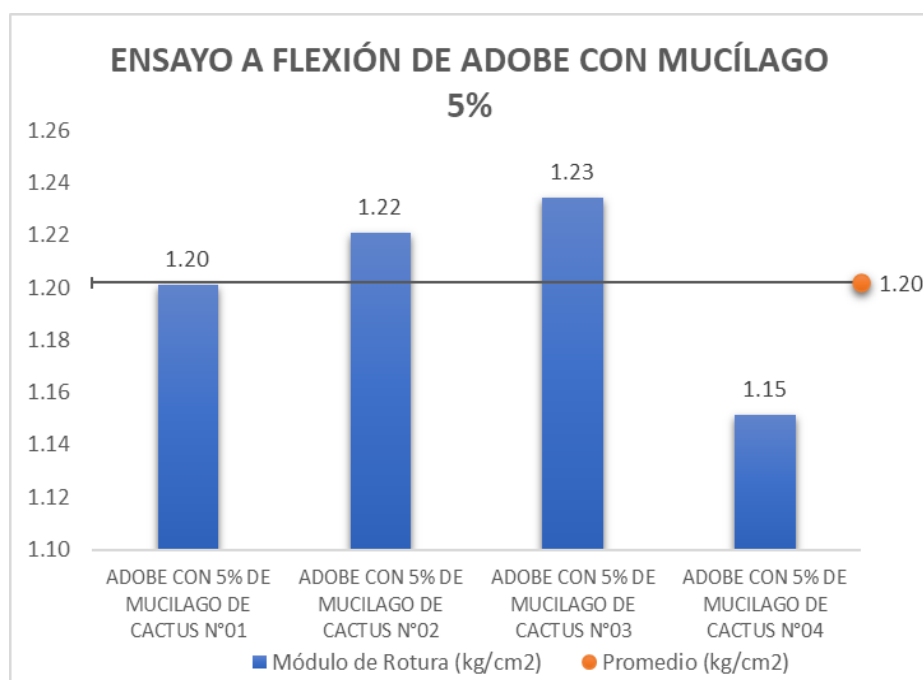
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14:** Registro de datos y resultados del ensayo de flexión del adobe con 5% de mucílago de cactus

**Resultados del ensayo a flexión con 5% de mucílago**

| Identificación     | Distancia entre apoyos (cm) | Largo (cm) | Altura (cm) | Carga (kg) | Peso (kg) | Módulo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------------|-----------------------------|------------|-------------|------------|-----------|--|--------------------------------|
| 5% de Mucílago N°1 | 25.5                        | 29.9       | 9.9         | 138        | 6.553     | 1.20                                   | 1.20                           |
| 5% de Mucílago N°2 | 25.5                        | 29.8       | 9.8         | 137        | 6.557     | 1.22                                   |                                |
| 5% de Mucílago N°3 | 25.5                        | 29.9       | 9.8         | 139        | 6.554     | 1.23                                   |                                |
| 5% de Mucílago N°4 | 25.5                        | 29.9       | 10          | 135        | 6.551     | 1.15                                   |                                |

Fuente. Elaboración propia.



**Figura 24:** Ensayo de Flexión (Muestra 5%)

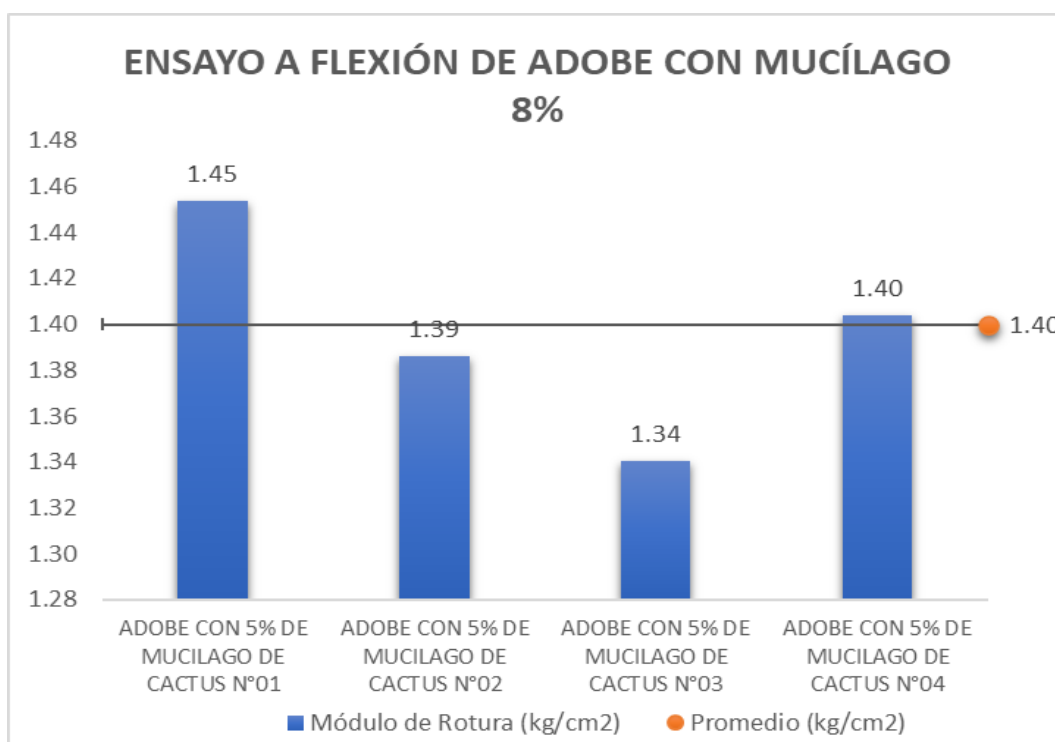
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 15.** Registro de datos y resultados del ensayo a flexión del adobe con 8% de mucílago de cactus.

**Resultados del ensayo a flexión con 8% de mucílago**

| Identificación     | Distancia entre apoyos (cm) | Largo (cm) | Altura (cm) | Carga (kg) | Peso (kg) | Módulo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------------|-----------------------------|------------|-------------|------------|-----------|--|--------------------------------|
| 8% de Mucílago N°1 | 25.5                        | 28.9       | 9.7         | 155        | 6.431     | 1.45                                   | 1.40                           |
| 8% de Mucílago N°2 | 25.5                        | 29.5       | 9.8         | 154        | 6.435     | 1.39                                   |                                |
| 8% de Mucílago N°3 | 25.5                        | 29.7       | 9.9         | 153        | 6.436     | 1.34                                   |                                |
| 8% de Mucílago N°4 | 25.5                        | 30.5       | 9.7         | 158        | 6.434     | 1.40                                   |                                |

Fuente. Elaboracion propia.



**Figura 25:** Ensayo de Flexión (Muestra 8%)

Fuente: Elaboración propia

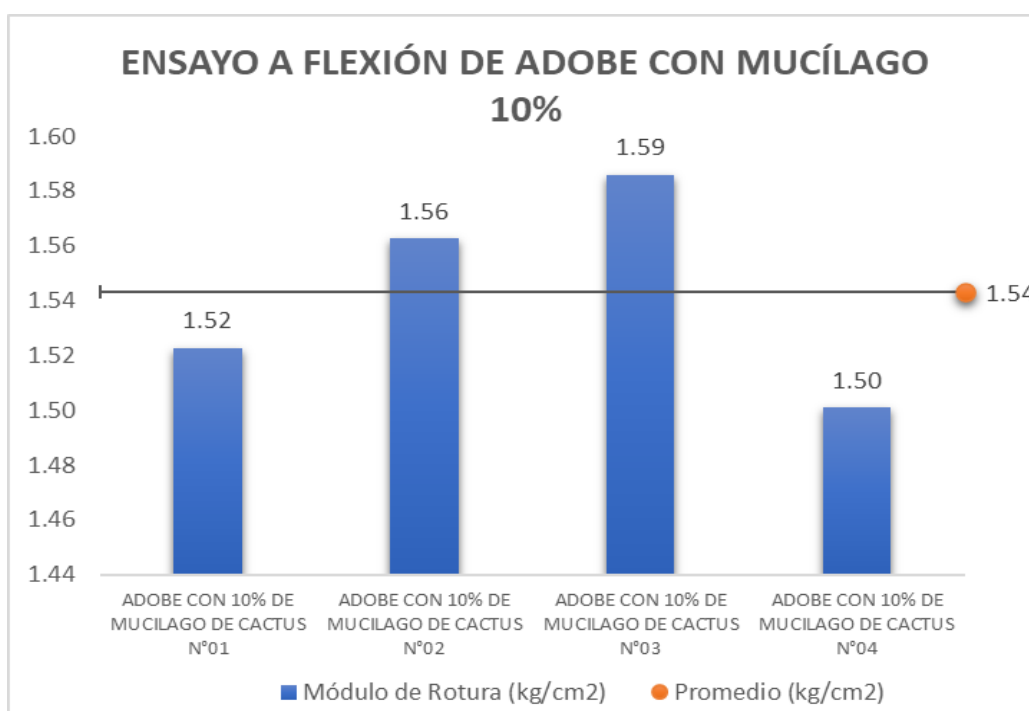


**Tabla 16.** Registro de datos y resultados del ensayo a flexión del adobe con 10% de mucílago de cactus.

**Resultados del ensayo a flexión con 10% de mucílago**

| Identificación      | Distancia entre apoyos (cm) | Largo (cm) | Altura (cm) | Carga (kg) | Peso (kg) | Módulo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---------------------|-----------------------------|------------|-------------|------------|-----------|--|--------------------------------|
| 10% de Mucílago N°1 | 25.5                        | 29.9       | 9.9         | 175        | 6.179     | 1.52                                   | 1.54                           |
| 10% de Mucílago N°2 | 25.5                        | 30.0       | 9.7         | 173        | 6.171     | 1.56                                   |                                |
| 10% de Mucílago N°3 | 25.5                        | 29.8       | 9.8         | 178        | 6.174     | 1.59                                   |                                |
| 10% de Mucílago N°4 | 25.5                        | 29.9       | 10          | 176        | 6.175     | 1.50                                   |                                |

Fuente. Elaboración propia.

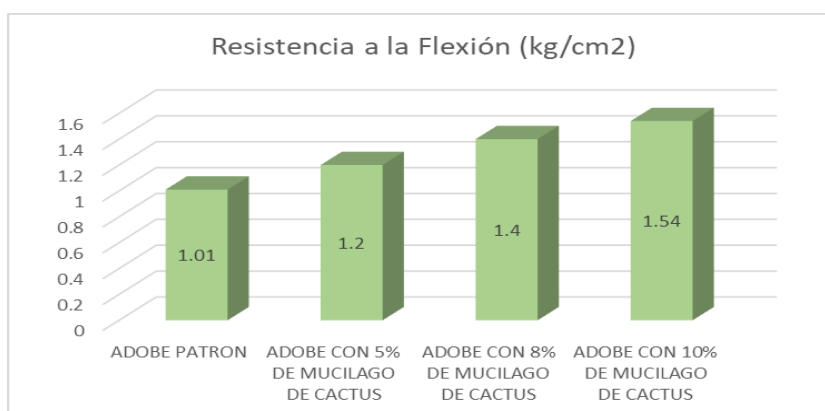


**Figura 27:** Ensayo de Flexión (Muestra 10%)

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 17. Cuadro comparativo de las cuatro dosificaciones**

| <b>Especímenes</b>               | <b>Resistencia a flexion<br/>(kg/cm<sup>2</sup>)</b> |
|----------------------------------|--|
| <i>0% de Mucílago de cactus</i>  | 1.01   |
| <i>5% de Mucílago de cactus</i>  | 1.20   |
| <i>8% de Mucílago de cactus</i>  | 1.40   |
| <i>10% de Mucílago de cactus</i> | 1.54   |



**Figura 28: Cuadro comparativo del Ensayo de flexión**

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La norma ASTM C78 nos indica un procedimiento para la obtención de la resistencia a la Flexión lo cual plantea que debe haber 4 muestras, según las dosificaciones planteadas como patron, 5%, 8% y 10% se obtuvieron resistencias a la Flexión de 1.01kg/cm<sup>2</sup>, 1.2 kg/cm<sup>2</sup>, 1.4 kg/cm<sup>2</sup> y 1.54 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, como se muestra en la tabla N°28 se ve el aumento de la resistencia cuando mayor porcentaje de mucílago de cactus contiene el espécimen.

### Objetivo 3

Indicar la influencia del mucílago de cactus sobre el ensayo de absorción en las propiedades Físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021.

Reseña de ensayo a absorción; el ensayo de absorción está normalizado según NTP 399.613 para este ensayo se prepararon especímenes de 15cm x 30cm x 10cm para su mejor manejabilidad el ensayo consistió en lo siguiente una vez secado completamente los especímenes durante 28 días primeramente se procedió al pesado de todas los especímenes y su posterior registro los especímenes serán

sumergidos durante 24 horas pasado este tiempo retirar el agua y solo dejar el espécimen secarlo cuidadosamente todas las superficies para luego pesarlo.<sup>50</sup>

Evidencias fotográficas



Figura 29: Ensayo de Absorción  
Fuente: Elaboración propia



Figura 30: Ensayo de Absorción  
Fuente: Elaboración propia

**.Tabla 18.** Registro de datos y resultados del ensayo de absorción de adobe con 0% de mucílago de cactus

**Resultados del ensayo a absorción con 0% de mucílago**

| Identificación     | Peso seco (g) | Tiempo real (h) | Tiempo Teórico (h) | Peso saturado (g) | Absorción (%) | Promedio |
|--------------------|---------------|-----------------|--------------------|-------------------|---------------|----------|
| 0% de Mucílago N°1 | 6862          | 5.00            | 24.0               | -                 | -             | -        |
| 0% de Mucílago N°2 | 6863          | 5.00            | 24.0               | -                 | -             |          |
| 0% de Mucílago N°3 | 6861          | 5.00            | 24.0               | -                 | -             |          |
| 0% de Mucílago N°4 | 6866          | 5.00            | 24.0               | -                 | -             |          |
| 0% de Mucílago N°5 | 6867          | 5.00            | 24.0               | -                 | -             |          |

Fuente. Elaboracion propia.

**Tabla 19.** Registro de datos y resultados del ensayo de absorción de adobe con 5% de mucílago de cactus

**Resultados del ensayo a absorción con 5% de mucílago**

| Identificación     | Peso seco (g) | Tiempo real (h) | Tiempo teórico (h) | Peso saturado (g) | Absorción (%) | Promedio |
|--------------------|---------------|-----------------|--------------------|-------------------|---------------|----------|
| 5% de mucílago N°1 | 6555          | 7.50            | 24.0               | -                 | -             | -        |
| 5% de mucílago N°2 | 6556          | 7.50            | 24.0               | -                 | -             |          |
| 5% de mucílago N°3 | 6553          | 7.50            | 24.0               | -                 | -             |          |
| 5% de mucílago N°4 | 6552          | 7.50            | 24.0               | -                 | -             |          |
| 5% de mucílago N°5 | 6554          | 7.50            | 24.0               | -                 | -             |          |

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 20.** Registro de datos y resultados del ensayo de absorción de adobe con 8% de mucílago de cactus

**Resultados del ensayo a absorción con 8% de mucílago**

| Identificación     | Peso seco (g) | Tiempo real (h) | Tiempo teórico (h) | Peso saturado (g) | Absorción (%) | Promedio |
|--------------------|---------------|-----------------|--------------------|-------------------|---------------|----------|
| 8% de Mucílago N°1 | 6432          | 9.0             | 24.0               | -                 | -             | -        |
| 8% de Mucílago N°2 | 6434          | 9.0             | 24.0               | -                 | -             |          |
| 8% de Mucílago N°3 | 6435          | 9.0             | 24.0               | -                 | -             |          |
| 8% de Mucílago N°4 | 6433          | 9.0             | 24.0               | -                 | -             |          |
| 8% de Mucílago N°5 | 6434          | 9.0             | 24.0               | -                 | -             |          |

Fuente. Elaboracion propia.

**Tabla 21.** Registro de datos y resultados del ensayo de absorción de adobe con 10% de mucílago de cactus

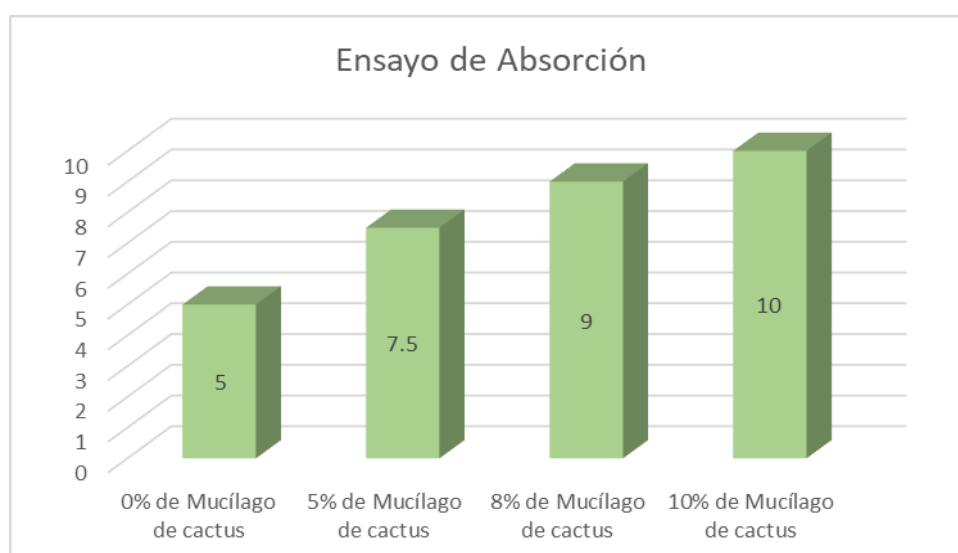
**Resultados del ensayo a absorción con 10% de mucíago**

| Identificación      | Peso seco (g) | Tiempo real (h) | Tiempo teórico (h) | Peso saturado (g) | Absorción (%) | Promedio |
|---------------------|---------------|-----------------|--------------------|-------------------|---------------|----------|
| 10% de mucilago N°1 | 6178          | 10.0            | 24.0               | -                 | -             | -        |
| 10% de mucilago N°2 | 6176          | 10.0            | 24.0               | -                 | -             |          |
| 10% de mucilago N°3 | 6174          | 10.0            | 24.0               | -                 | -             |          |
| 10% de mucilago N°4 | 6179          | 10.0            | 24.0               | -                 | -             |          |
| 10% de mucilago N°5 | 6175          | 10.0            | 24.0               | -                 | -             |          |

Fuente. Elaboracion propia.

**Tabla 22.** Cuadro comparativo de resultados de las cuatro dosificaciones

| Especímenes               | Duración (h) |
|---------------------------|--------------|
| 0% de Mucílago de cactus  | 5.00         |
| 5% de Mucílago de cactus  | 7.50         |
| 8% de Mucílago de cactus  | 9.00         |
| 10% de Mucílago de cactus | 10.00        |



**Figura 31:** Cuadro comparativo del Ensayo de absorción

Fuente: Elaboración propia

Interpretación.

Los bloques sufrieron daños severos, por lo que no se pudo controlar el deterioro de las unidades con el estabilizante de mucílago de cactus en las proporciones de 0,5%, 8% y 10%, ya que tuvieron una absorción máxima del 100%, desintegrándose al término de 24 horas de sumergida en el agua.

Para observar el funcionamiento del mucílago de cactus, se midió cada 30 minutos el deterioro de cada espécimen, entonces se vio el comportamiento del mucílago de la siguiente manera, según las dosificaciones planteadas como patron, 5%, 8% y 10% se obtuvieron como tiempo de absorción de 5 horas, 7.5 horas, 9.0 horas y 10.0 horas respectivamente, como se muestra en la tabla N°21 se ve el aumento de mayor duración cuando mayor porcentaje de mucílago de cactus contiene el espécimen.

## V - DISCUSIÓN

Objetivo 1: Especificar la influencia del mucílago de cactus sobre el ensayo de compresión en las propiedades Físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021.

ANTECEDENTES: Vilcas (2019) en su investigación agregó porcentajes de gel de Nopal para realizar adobe, dichas dosificaciones fueron 0%, 20%, 40% y 60% obteniendo resultados a la resistencia a la compresión de 22.63 kg/cm<sup>2</sup> , 13.03kg/cm<sup>2</sup> , 17.31 kg/cm<sup>2</sup> y 29.38 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, obteniendo resultados adecuados, pero se ve que la resistencia a la compresión disminuye con la dosificación de 10% de gel de nopal .

RESULTADOS. Al iniciar la investigación y en base a la clasificación del suelo se determinó el tipo de suelo como según el SUCS como un suelo tipo "SM" y según el AASTHO se determinó un suelo grava y arenas limosas y arcillosas, la dosificación de mucílago de cactus se realizó en los siguientes porcentajes de 0%, 5%, 8% y 10% obteniéndose una resistencia a la compresión de 13.94 kg/cm<sup>2</sup>, 13.29 kg/cm<sup>2</sup> ,13.26 kg/cm<sup>2</sup> y 13.13 kg/cm<sup>2</sup>, a medida que se va aumentando el porcentaje de mucílago de cactus la resistencia va disminuyendo progresivamente.

COMPARACIÓN: Según los antecedentes, algunos estabilizantes como el gel de Nopal, reducen la resistencia a la compresión, esto se demuestra en nuestra investigación que a mayor porcentaje de mucílago la resistencia a la compresión disminuye.

Objetivo 2: Determinar la influencia del mucílago de cactus sobre el ensayo de flexión en las propiedades Físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021.

ANTECEDENTES: Bolaños(2016) en su investigación agregó diversos porcentajes 0%, 5%, 10%, 15% de goma de tuna obteniendo resultados a resistencia a flexión de 4.77 kg/cm<sup>2</sup> , 6.47 kg/cm<sup>2</sup> , 6.81 kg/cm<sup>2</sup> y 6.11 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente obteniéndose resultados favorables encontrándose el punto óptimo entre la dosificación de 10% y 15% que comenzó a bajar la resistencia de un 6.81 kg/cm<sup>2</sup> a 6.11 kg/cm<sup>2</sup>.

**RESULTADOS:**En la presente investigación a medida que se incrementa la dosificación para la incorporación de mucilago de cactus de 0%, 5%, 8% y 10% la resistencia a la flexión aumenta 1.01 kg/cm<sup>2</sup>, 1.20 kg/cm<sup>2</sup>, 1.40 kg/cm<sup>2</sup> y 1.54 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente

**COMPARACIÓN:** Con la goma de tuna se obtuvieron resultados similares a mayor porcentaje de goma de tuna la resistencia a la compresión aumenta ya que aumenta progresivamente la resistencia a la flexión.

**Objetivo 3:**Indicar la influencia del mucílago de cactus sobre el ensayo de absorción en las propiedades Físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021.

**ANTECEDENTES:** Flores (2019) en su investigación agregó diversos porcentajes de gel de sábila como 0%, 10%, 15%, 20%, con las dosificaciones mencionadas no se llegó a realizar dicho ensayo, al término de sumersión de los especímenes al agua (24 horas),se observaron que los especímenes tuvieron una saturación del 100 en consecuencia perdieron forma y no pueden soportar ninguna presión,

**RESULTADOS:** En la presente investigación a medida que se incrementa la dosificación para la incorporación de mucilago de cactus de 0%, 5%, 8% y 10% la absorción fue del 100 por ciento, lo cual se observó que los especímenes se saturaron completamente. En forma similar, pero bajo un control de hora por día respecto a su deformación geométrica, la muestra patrón lo realizó a las 5.00 horas, con el 5% de mucílago fue de 7.5 horas, con el 8% de mucílago fue de 9.00 horas y con el 10% de mucílago fue de 10 horas.

**COMPARACION:** Con el gel de sábila se obtuvieron resultados similares a mayor porcentaje de gel de sábila, los especímenes se saturaban completamente pero observamos que a medida que se incrementó el volumen del estabilizante, los bloques tuvieron más horas de resistencia en el día.



## **VI: CONCLUSIONES**

Evaluar la influencia del mucílago de cactus en porcentajes de 5%, 8% y 10 %, en las propiedades Físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021.

Objetivo General, se evaluó que, la estabilización del adobe con mucilago de cactus, mejoran algunas características del adobe en distrito de Huancapi, observando su evaluación en sus propiedades físicas y mecánicas:1) al aumentar la resistencia a la flexión en el adobe.

### 1) Resistencia a la compresión

Dosificación =0%MC (13.94 kg/cm<sup>2</sup>), 5%MC (13.29 kg/cm<sup>2</sup>), 8%MC (13.26 kg/cm<sup>2</sup>) y 10% MC (13.13 kg/cm<sup>2</sup>).

Objetivo Específico 1, se estableció la dependencia del porcentaje de mucilago de cactus en el ensayo a compresión, ya que influyeron en la disminución de la resistencia a la compresión pasando de una resistencia de 13.94 kg/cm<sup>2</sup> con 0% de mucilago de cactus a 13.13 kg/cm<sup>2</sup> con 10% de mucilago de cactus. Por lo tanto, la influencia de la disminución de la resistencia a la compresión está relacionada con los porcentajes propuestos, con respecto al ensayo a compresión, el cual queda comprobado.

### 2) Resistencia a la flexión.

Dosificación =0%MC (1.01 kg/cm<sup>2</sup>), 5%MC (1.20 kg/cm<sup>2</sup>), 8%MC (1.40 kg/cm<sup>2</sup>) y 10% MC (1.54 kg/cm<sup>2</sup>).

Objetivo Específico 2, se estableció la dependencia del porcentaje de mucilago de cactus en la resistencia a la flexión del adobe, ya que influyeron en el incremento de 1.01 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia con 0% de mucilago, pasando de 1.20 kg/cm<sup>2</sup> con 5% de mucilago a 1.54 kg/cm<sup>2</sup> con 10% de mucilago de cactus. Por lo tanto, la influencia de mejora está directamente relacionada con los porcentajes propuestos, con respecto a la Resistencia a la flexión, el cual queda comprobada.

3) Ensayo a absorción

Dosificación =0%MC (100%), 5%MC (100%), 8%MC (100%) y 10% MC (100%).

Objetivo Específico 3, no se estableció ninguna relación de dependencia ya que ya que las cuatro dosificaciones se desintegraron antes de cumplir el tiempo planteado por la NTP 399.613.

## VII: RECOMENDACIONES

### 1) Resistencia a la compresión

Dosificación =0%MC (13.94 kg/cm<sup>2</sup>), 5%MC (13.29 kg/cm<sup>2</sup>), 8%MC (13.26 kg/cm<sup>2</sup>) y 10% MC (13.13 kg/cm<sup>2</sup>).

Objetivo Específico 1, en la presente investigación al elegirse porcentajes de mucilago de cactus que iban desde un 5% hasta 10%, en todas ellas se logro la disminución de la resistencia a la compresión, para continuar la investigación recomendamos disminuir la dosificación menor 0%<%M<5% de mucilago de cactus, hasta obtener la dosificación optima para obtener una mayor resistencia a la compresión.

### 2) Resistencia a la flexión

Dosificación =0%MC (1.01 kg/cm<sup>2</sup>), 5%MC (1.20 kg/cm<sup>2</sup>), 8%MC (1.40 kg/cm<sup>2</sup>) y 10% MC (1.54 kg/cm<sup>2</sup>).

Objetivo Específico 2, En la presente investigación al elegirse porcentajes del mucilago de cactus que iban de 5% a 10% la resistencia a la flexión aumenta comparado con el adobe patrón, por lo que se recomienda aumentar la dosificación por encima del 10% para determinar su curva optima.

### 3) Porcentaje de Absorción

Se recomienda continuar con la investigación, combinando el mucílago de cactus en un porcentaje mayor al 10% (resultado más óptimo de la presente investigación), y combinar con otros estabilizantes de origen natural, como la Cabuya (Agave) (propuesto por Benites (2017)) o viruta y caucho (propuesto por Mantilla (2018)), hasta encontrar una mejor resistencia al agua y mejorar la durabilidad del elemento.

## REFERENCIAS

FLORES, Carla. "Evaluación de la resistencia a la compresión, flexión e inmersión al agua del adobe estabilizado con gel de sábila". Tesis (Título de Ingeniería civil). Perú: Universidad César Vallejo, 2019, pp 65-78.

Quintana, Diego y Vera Mithdwar. "Evaluación de la erosión y la resistencia a compresión de adobes con sustitución parcial y total de agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%". Tesis (Título de Ingeniería civil). Perú: Universidad Andina del Cusco, 2017, pp 145-154.

BOLAÑOS Rodríguez, Juan. Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna. Tesis (Título Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2016, pp 156.

ARTEAGA, Jaime y LOJA, Luis. Diseño de adobes estabilizados con emulsión asfáltica. Tesis (Título Arquitecto). Ecuador: Universidad de Cuenca, 2018, pp 168.

PINZÓN, José. "Desarrollo de recubrimiento natural (Nopal) para Fachadas en viviendas en adobe de la Candelaria. Tesis (Tecnólogo en construcciones arquitectónicas). Colombia: Universidad de La Gran Colombia, 2018. Pp 45.

LLUMITASIG, Sandra y SISA, Ana. Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja estiércol savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando un modelo a escala. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2017, pp 58.

BARRETO, Luis. Estudio sobre la fabricación y las propiedades mecánicas del adobe utilizado como material de construcción en la Parroquia Paletillas, Cantón Zapotillo. Ecuador: Universidad Nacional de Loja, 2014, pp 16.

BHANULATHA, G. Experimental Investigation on utilize stabilized adobe masonry construction material. International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET), pp 999-1006, abril 2018,

BHARATH, B. Studies on stabilised adobe blocks. International Journal of Research in Engineering and Technology-IJRET, pp 259-264, mayo 2014.

BOCK-HYENG, Christian. Mechanical properties of sustainable adobe bricks stabilized with recycled sugarcane fiber waste. *Int. Journal of Engineering Research and Application*, pp 10-25.

DEGIRMENCI, N. El uso de residuos de yeso fosforado y yeso natural en la estabilización del adobe. *Construcción y materiales de construcción - constr build mater*, 22, pp 1220-1224.

PEKMEZCÍ, B., KAFESCIOGLU, R. Y AGAHZADEH, E. Mejora del rendimiento de las estructuras terrestres mediante la adición de cal y yeso. *Revista metu de la facultad de arquitectura*, pp 17.

BENITES, Verónica. Adobe estabilizado con extracto de cabuya (FURCRAEA ANDINA). Perú: Universidad de Piura, 2017, pp 58.

BLONDET, Marcial; VARGAS, Julio; TORREALVA, Daniel y RUBIÑOS, Álvaro. Manual de construcción con adobe reforzado con geomallas. 1era Edición. Perú: Fondo editorial de la pontificia universidad católica del Perú, 2010, pp 42.

BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Perú: 2012, pp 168.

BUENO, Eramis. La investigación científica: Teoría y metodología. México: Universidad Autónoma de Zacatecas, 2003, pp 14.

CABRERA, Daniel y HUAYNATE, Walter. mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones. Perú: Pontificia universidad católica del Perú, 2010, pp 25 -89.

CARHUANAMBO, Jhenifer. Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín, Cajamarca 2016. Perú: Universidad Privada del Norte, 2016, pp 56-75.

CID, Jaime. Durabilidad de los bloques de tierra comprimida. Evaluación y recomendaciones para la normalización de los ensayos de erosión y absorción. España: Universidad Politécnica de Madrid, 2012, pp 85.

ESGUERRA, Mauricio. Adobe de suelo derivado de Cenizas volcánicas: Una alternativa constructiva. Colombia: Universidad Libre de Colombia, 2013, pp 56-87,

LOPEZ, José y BERNILLA, Pedro. Evaluación funcional y constructiva de viviendas con adobe estabilizado en cayalti. Programa COBE-1976. Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, pp 2012-237.

NEVES, Célia; FARIA, Obede Borges (Org.). Técnicas de construcción con tierra. Bauru, SP: FEB-UNESP/PROTERRA, 2011,pp79.

PEÑA, Alejandro. Glosario de términos (Ingeniería civil). Maracay: Instituto Universitario Politécnico "Santiago Mariño", 2011,pp48.

RIVAS, Kevin y CERRATO, Carlos. Pruebas de resistencia y calidad del suelo para la elaboración del bloque de adobe suelo cemento en la construcción de viviendas mínimas unifamiliares en el Municipio de San Rafael del sur Comunidad La Gallina (de agosto-noviembre 2016). Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua Unan-Rurd, 2016.119pp .

MEJÍA, Ivan. (2014). Bloque de Adobe Estabilizado y compactado en Cajamarca. Cajamarca: Universidad Privada del Norte, pp 45-85.

CHAVEZ, Willhome. y QUISPE, José. Evaluación del comportamiento Física mecánico de la unidad de albañilería de adobe con adición de botellas de plástico picado en la ciudad del cusco, 2018. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2018. Disponible en: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/4300>

CHAVEZ, Willhome. y QUISPE, José. Evaluación del comportamiento Física mecánico de la unidad de albañilería de adobe con adición de botellas de plástico picado en la ciudad del cusco, 2018. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2018. Disponible en: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/4300>

CHAVEZ, Willhome. y QUISPE, José. Evaluación del comportamiento Física mecánico de la unidad de albañilería de adobe con adición de botellas de plástico picado en la ciudad del cusco, 2018. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2018. Disponible en: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/4300>

ZAPATA, Verónica. Adobe estabilizado con extracto de cabuya (furcraea andina). Tesis (Titulo de Ingeniera Civil). Piura: Universidad de Piura, 2017

Disponible en:  
[https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2993/ICI\\_237.pdf?sequence=1 &isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2993/ICI_237.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

TORRES, Roger. Las fibras naturales como refuerzo sísmico en la edificación de viviendas de adobe en la costa del departamento de Ica. Tesis (Título de Ingeniero Agrícola). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2016 Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2486>

ALTAMIRANO, Oscar. Incidencia de la fibra vegetal “Paja Ichu” en la resistencia mecánica del adobe en el distrito de Cajamarca. Tesis (Título de Maestro en Ciencias). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2019 Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3273>

MAMANI, Roel. Prototipo de vivienda con adobe mejorado en el distrito de chupa – Azángaro. Tesis (Título de Arquitecto). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017 Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5388>

Norma Técnica Peruana E.080. Diseño y Construcción con Tierra Reforzada. Diario Oficial el Peruano, Lima, Perú, 7 de abril 2017.

Norma Técnica Peruana E.080. Diseño y Construcción con Tierra Reforzada. Diario Oficial el Peruano, Lima, Perú, 7 de abril 2017.

NTP. 339.078. (22 de diciembre de 1999). Norma Técnica Peruana. Resistencia a la Flexión o Módulo de rotura. Lima- Perú: Indecopi. Obtenido de <http://ecocosas.com/arq/eladobe/>.

CHUYA, Eva. y AYALA, María. Comparación de parámetros mecánicos y Físicas del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de vidrio. (Título de Arquitecto). Ecuador: Universidad de Cuenca, 2018 Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/30095/1/trabajo%20de%20titulacion.pdf>

GÓMEZ, Itzel. Estudio de permeabilidad en el adobe implementando agregados naturales. (Título de Ingeniero en Diseño). Oaxaca: Universidad Tecnológica de la Mixteca, 2017 Disponible en: [http://jupiter.utm.mx/~tesis\\_dig/13322.pdf](http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/13322.pdf)

BARDALES, C., & SÁNCHEZ, D. (2015). TESIS "Comparación de las propiedades de resistencia a la compresión, flexión y absorción del adobe tradicional y adobe estabilizado y compactado con cemento, yeso, cal y grout". Cajamarca.

MANTILLA, Jhon. Variación de las propiedades Física mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho. Tesis (Título Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2018. 126 pp.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). E.080, of. 17: Diseño y Construcción con tierra reforzada. Lima: Diario oficial El Peruano, 2017.49 pp

ASSOCIATION American Society for Testing and Materials (Estados Unidos). ASTM D 422-63 (Reapproved 2002), of. 02: Standard Test Methods for ParticleSize Analysis Soils. Estados Unidos: ASTM, 2002. 8 pp.

YING, Grace. Analysis of stabilized adobe in rural East Africa. Universidad Politécnica del Estado de California. California. 2009

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). E.080, of. 17: Diseño y Construcción con tierra reforzada. Lima: Diario oficial El Peruano, 2017.49 pp

BESTRATEN, Sandra HORMÍAS, Emilio. Informes de la construcción N° 523 monográfico la tierra material de construcción, una aproximación contemporánea. Construcción con Tierra. Tecnología y arquitectura [en línea], setiembre 2011 [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2019]. Disponible en [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732013000100004](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732013000100004). ISBN: 9788469481073

BHANULATHA, G. [et al]. Experimental Investigation on utilize stabilized adobe masonry construction material. International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET), 6 (4): 999-1006, abril 2018. ISSN: 2321-9653

BOCK-HYENG, Christian [et al]. Mechanical properties of sustainable adobe bricks stabilized with recycled sugarcane fiber waste. Int. Journal of Engineering Research and Application, 6 (9): 50-59, setiembre 2016. ISSN: 2248-9622



CIHE Centro de Investigación Habitat y Energía [et al]. Construcción con tierra

/3. CIHE, SI, FADU, UBA, IAA. Argentina 2007. ISSN: 1669-8932

DAO, Kalifala [et al]. Thermal, hydric and mechanical behaviours of adobes stabilized with cement. *Construction and Building Materials* [en línea], 158, 84- 96, 2018 [Fecha de consulta: 09 de Junio de 2019]. Disponible en: [10.1016/j.conbuildmat.2017.10.001](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.10.001) ISSN: 0950-0618

TEKLE, Gobitu. Study of compressed cement and lime stabilized soil block as a alternative wall making material. Thesis (Master of Science in Construction Technology and Management). Addis Abeba: Addis Ababa University, 2018. 143pp.

RODRÍGUEZ, Miguel Ángel [et al]. Some recommendations for the construction of walls using adobe bricks. *Dyna rev.fac.nac.minas* [en línea], 81 (185), junio 2014 [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2019]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v81n185.37582> ISSN:0012-7353

| REQUISITOS                    | R.MÍNIMO | CONTABILIZADO |
|-------------------------------|----------|---------------|
| 40% INGLÉS                    | 16       | 16            |
| 30% - TESIS, LIBRO            | 12       | 12            |
| 70%, MENOR DE 7 AÑOS          | 28       | 30            |
| CANTIDAD MÍNIMA DE REFERENCIA | 40       | 50            |

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz De Operacionalización De Variables

Título: Análisis de las propiedades Físicas y mecánicas de las unidades de adobe incluyendo mucílago de cactus, Víctor Fajardo, Ayacucho – 2021

Autor: Wincislao Fernández Quispe y Deisy Galván Cabrera

| VARIABLES        |  | DEFINICIÓN CONCEPTUAL  | DEFINICIÓN OPERACIONAL   | DIMENSIONES                      | INDICADORES                                       | ESCALA DE MEDICIÓN | METODOLOGÍA  |
|------------------|--|--|--|----------------------------------|---|--------------------|--|
| V. INDEPENDIENTE | Incluyendo mucílago de cactus                    | "Ramírez Rafael (2012)" Mucílago de Cactus, la tuna es un vegetal que forma pencas denominadas cladodios, las cuales miden de 30 a 60 cm de largo, mientras que de ancho 20 a 40 cm y un espesor de 2 a 3 cm. El mucílago se encuentra en los cladodios, la metodología que se usa para la preparación del mucílago como estabilizante es limpiar y licuar formando una goma pegajosa. | Las dosificaciones de mucílago de cactus de 5%, 8% y 10% respecto al volumen del agua, se emplearán sobre la mezcla patrón, con el objetivo de aumentar la resistencia a la compresión, flexión y disminuir la absorción del agua  | DOSIFICACIÓN POR VOLUMEN DE AGUA | 5%  | BALANZA CALIBRADA  | <p><b>Método:</b> Científico</p> <p><b>Tipo de Investigación:</b> Tipo Aplicada</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b> Causa Efecto</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b> Experimental (Cuasi)</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Población:</b> Todos los Adobes ensayados en la Laboratorio</p> <p><b>Muestra:</b> 60 adobes</p> <p><b>Muestreo:</b> No Probabilístico</p> <p><b>Técnica:</b> Observación Directa</p> <p><b>Instrumento de la investigación:</b> Formatos de los Ensayos Realizados</p> |
|                  |  |  |  |                                  | 8%  |                    |  |
|                  |  |  |  |                                  | 10%   |                    |  |
| V. DEPENDIENTE   | Mejora las propiedades de las unidades de adobes | "Según Rivera Torres (2012)" el adobe es el sistema de constructivo en tierra cruda, está formado básicamente por el aparejo de unidades de tierra cruda secadas al sol, mismas que son aglutinadas con barro que hace las veces de mortero. Las unidades básicas de este mampuesto son fabricadas y/o moldeadas en diversos formatos y con varias composiciones granulométricas.      | El adobe en estado endurecido presentan propiedades mecánicas y físicas a estas unidades se realizaron 3 ensayos, ensayo a la compresión, ensayo a la flexión y ensayo absorción con diferentes dosificaciones (N, 5%, 8% Y 10%) en total se realizaron 60 especímenes de las cuales 24 espécimen son para el ensayo a compresión que son cubos de 10 cm x 10 cm x 10cm , 16 especímenes son para el ensayo a flexión de 15cm x 30cm x 10cm y para el ensayo a absorción 20 especímenes de 15 cm x 30cm x 10cm los cuales serán medidos mediante ensayo de laboratorio, finalmente los resultados obtenidos serán procesados en formatos y fichas técnicas bajo la NTP Y ASTM. | PROPIEDAD FÍSICA                 | Absorción (%)                                     | RAZÓN              |  |
|                  |  |  |  | PROPIEDADES MECÁNICAS            | Resistencia a la Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )    | RAZÓN              |  |
|                  |  |  |  |                                  | Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | RAZÓN              |  |

## Anexo 2: Matriz De Consistencia

Título: Análisis de las propiedades Físicas y mecánicas de las unidades de adobe incluyendo mucílago de cactus, Víctor Fajardo, Ayacucho – 2021

Autor: Wincislao Fernández Quispe y Deisy Galván Cabrera

| PROBLEMA   | OBJETIVOS   | HIPÓTESIS  | VARIABLES        |                                      | DIMENSIONES                      | INDICADORES                          | INSTRUMENTOS                                |
|--|---|--|------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|---|
| <b>P. General</b>  | <b>O. General</b>   | <b>H. General</b>  |                  |                                      |                                  |                                      |   |
| ¿De qué manera influye el mucílago de cactus en porcentajes de 5%, 8% y 10 %, en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021? | Analizar la influencia del mucílago de cactus en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021.                                  | La incorporación del mucílago de cactus en porcentajes de 5%, 8% y 10 % en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021. | V. Independiente | Mucilagu de cactus                   | DOSIFICACIÓN POR VOLUMEN DE AGUA | 5%                                   | Balanza Calibrada                           |
|  |   |  |                  |                                      |                                  | 8%                                   |   |
|  |   |  |                  |                                      |                                  | 10%                                  |   |
| <b>P. Especifico</b>   | <b>O. Especifico</b>  | <b>H. Especifico</b>   |                  |                                      |                                  |                                      |   |
| ¿Cuánto influye el mucílago de cactus en el ensayo de compresión en las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho-2021?  | Especificar la influencia del mucílago de cactus sobre el ensayo de compresión en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho - 2021 | La incorporación del mucílago de cactus aumenta la compresión en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021.           | V. Dependiente   | Propiedades de las unidades de adobe | PROPIEDAD FÍSICA                 | Absorción (%)                        | Ensayo de Absorción NTP 399.613 y ASTM C140 |
| ¿Cuánto influye el mucílago de cactus en el ensayo de flexión en las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho-2021?   | Determinar la influencia del mucílago de cactus sobre el ensayo de flexión en las propiedades Físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021      | La incorporación del mucílago de cactus aumenta la flexión en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021.              |                  |                                      |                                  | Resistencia a la compresión (kg/cm2) | Ensayo de compresión E.080                  |
| ¿Cuánto influye el mucílago de cactus en el ensayo de absorción en las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho-2021?   | Indicar la influencia del mucílago de cactus sobre el ensayo de absorción en las propiedades Físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021       | La incorporación del mucílago de cactus disminuye la absorción en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe, Víctor Fajardo, Ayacucho -2021.          |                  |                                      |                                  | Resistencia a la flexión (kg/cm2)    | Ensayo a la flexión                         |

## ANEXO 3: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### 1. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Características geométricas y físicas

| Identificación de Especímenes | Dimensiones |       |        | Área Neta (cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------------|-------------|-------|--------|------------------------------|
|                               | Largo       | Ancho | Altura |                              |
|                               |             |       |        |                              |
|                               |             |       |        |                              |
|                               |             |       |        |                              |
|                               |             |       |        |                              |
|                               |             |       |        |                              |

Compresión de unidades

| Identificación de Especímenes | P max (kg) | F'b (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------------|------------|---------------------------|
|                               |            |                           |
|                               |            |                           |
|                               |            |                           |
|                               |            |                           |
|                               |            |                           |

### 2. ENSAYO DE RESISTENCIA DE FLEXIÓN

| Identificación de Especímenes | Dimensiones |       |        | Carga (kg) | Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------------|-------------|-------|--------|------------|--|
|                               | Largo       | Ancho | Altura |            |  |
|                               |             |       |        |            |  |
|                               |             |       |        |            |  |
|                               |             |       |        |            |  |
|                               |             |       |        |            |  |
|                               |             |       |        |            |  |

## **ANEXO 4: CERTIFICADOS DE LABORATORIO**

| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES   | CERTIFICADO DE ENSAYO   |  | Código           | FOR-LAB-MS-01 |
|---|---|--|------------------|---------------|
|   | ENSAYOS ESTANDARES DE CLASIFICACION (ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D3282 - D2487) |  | Versión          | 0             |
|   |   |  | Fecha            | 15/07/2021    |
|   |   |  | Hora             | 9:40 am       |
| Proyecto: Análisis de las propiedades físicos y mecánicas de las unidades de adobe incluyendo mucílago de cactus, Víctor Fajardo, Ayacucho – 2021 |   |  | Registro N°:     | -             |
| Solicitante:<br>Bach. Fernández Quispe Wincislao<br>Bach. Galván Cabrera Deisy  |   |  | Muestreado:      | -             |
| Ubicación del proyecto:   | Ayacucho - Víctor fajardo – Huancapi  |  | Fecha de ensayo: | 14/07/2021    |
| Cantera:  | Pacucha I   |  | Turno:           | -             |

**TABLA DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

pagina 1 de 2

PESO INICIAL SECO (gr): 619.20

PESO LAVADO SECADO (gr): 419.9

| MALLA  | ABERTURA (mm) | MATERIAL RETENIDO |       | % ACUMULADOS |         |
|--------|---------------|-------------------|-------|--------------|---------|
|        |               | (gr)              | (%)   | Retenido     | Pasante |
| 3"     | 75.00         | 0.00              | 0.00  | 0.00         | 100.00  |
| 2"     | 50.00         | 0.00              | 0.00  | 0.00         | 100.00  |
| 1 1/2" | 37.50         | 0.00              | 0.00  | 0.00         | 100.00  |
| 1"     | 25.00         | 0.00              | 0.00  | 0.00         | 100.00  |
| 3/4"   | 19.00         | 0.00              | 0.00  | 0.00         | 100.00  |
| 3/8"   | 9.50          | 0.00              | 0.00  | 0.00         | 100.00  |
| Nº4    | 4.750         | 27.90             | 4.51  | 4.51         | 95.49   |
| Nº10   | 2.000         | 59.20             | 9.56  | 14.07        | 85.93   |
| Nº20   | 0.850         | 57.70             | 9.32  | 23.39        | 76.61   |
| Nº40   | 0.425         | 62.50             | 10.09 | 33.48        | 66.52   |
| Nº50   | 0.300         | 48.90             | 7.90  | 41.38        | 58.62   |
| Nº100  | 0.150         | 69.70             | 11.26 | 52.63        | 47.37   |
| Nº200  | 0.075         | 77.50             | 12.52 | 65.15        | 34.85   |
| FONDO  | 0.00          | 16.50             | 2.66  | 67.81        | 32.19   |
| LAVADO | 0.00          | 199.30            | 32.19 | 100.00       | 0.00    |

LEMSAC S.R.L.  
 Laboratorio de Suelos, Concretos y Asfalto

Ing<sup>o</sup> Walter Gutiérrez Aronés  
 CIP: 88458  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

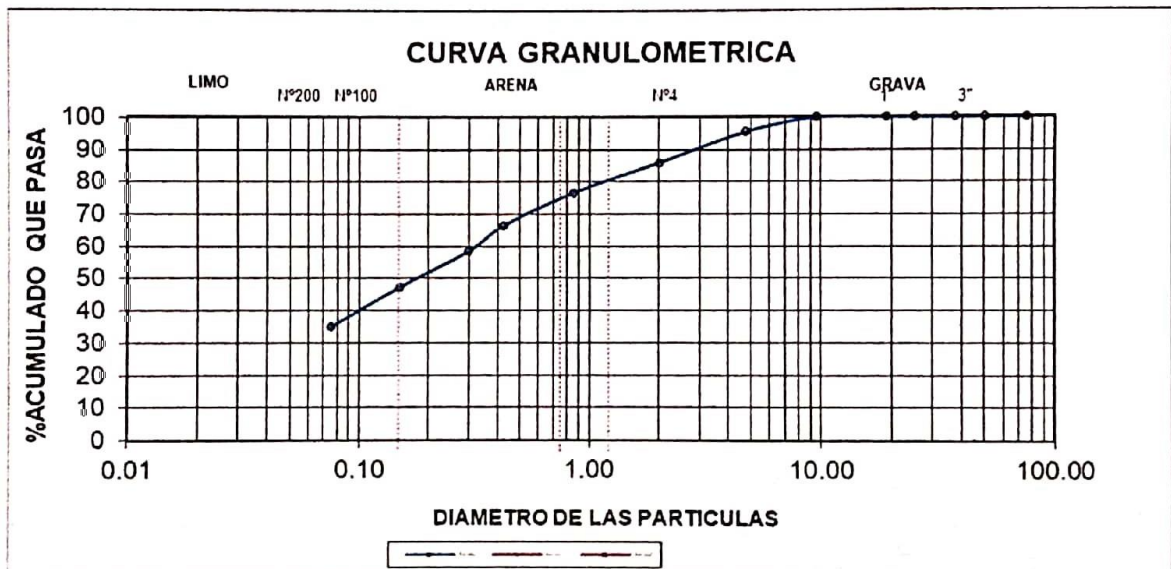
Correo electrónico: [lemsacsrl@hotmail.com](mailto:lemsacsrl@hotmail.com)

Facebook: <https://www.facebook.com/lemsacsrl>

|   |  |                                      |                  |               |
|---|--|--------------------------------------|------------------|---------------|
| <b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>  | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>   |                                      | Código           | FOR-LAB-MS-01 |
|   | <b>ENSAYOS ESTANDARES DE CLASIFICACION (ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D3282 - D2487)</b> |                                      | Versión          | 0             |
|   |  |                                      | Fecha            | 15/07/2021    |
|   |  |                                      | Hora             | 9:40 am       |
| Proyecto: Análisis de las propiedades físicos y mecánicas de las unidades de adobe incluyendo mucilago de cactus, Víctor Fajardo, Ayacucho – 2021 |  |                                      | Registro N°:     | -             |
| Solicitante:<br>Bach. Fernández Quispe Wincislao<br>Bach. Galván Cabrera Deisy  |  |                                      | Muestreado:      | -             |
| Ubicación del proyecto:   |  | Ayacucho - Víctor fajardo – Huancapi | Fecha de ensayo: | 14/07/2021    |
| Cantera:  |  | Pacucha I                            | Turno:           | -             |

**GRAFICA DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.**

página 2 de 2



**PROPIEDADES FISICAS**

|                        |                                     |           |       |                                    |       |              |
|------------------------|-------------------------------------|-----------|-------|------------------------------------|-------|--------------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD   | 3.77                                | D10 =     | 0.050 | <b>DISTRIBUCION GRANULOMETRICO</b> |       |              |
| LIMITE LIQUIDO         | 46.03                               | D30 =     | 0.050 | % GG                               | 0.00  |              |
| LIMITE PLASTICO        | 30.39                               | D60 =     | 0.318 | % GF                               | 4.51  |              |
| INDICE PLASTICIDAD     | 15.64                               | Cu =      | 6     | % AG                               | 9.56  |              |
| LIMITE DE CONTRACCION  |                                     | Cc =      | 0     | % AM                               | 19.41 |              |
| FINOS(%)               | 34.85                               | <b>SM</b> |       | % AF                               | 31.67 |              |
| CLASIFICACION (SUCS)   |                                     |           |       |                                    |       |              |
| CLASIFICACION (AASHTO) | <b>A-2-7 (1)</b>                    |           |       |                                    |       |              |
| NOMBRE DEL GRUPO       | Grava y arenas limosas y arcillosas |           |       |                                    | % F   | 34.85        |
|                        |                                     |           |       |                                    |       | <b>34.85</b> |

**LEMSAC S.R.L.**  
 Laboratorio de Suelos, Concretos y Asfalto  
 Ing. Walter Gutiérrez Aronés  
 CIP: 88458  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

Correo electrónico: [lemsacsrl@hotmail.com](mailto:lemsacsrl@hotmail.com)

Facebook: <https://www.facebook.com/lemsacsrl>



|   |   |                  |               |
|---|---|------------------|---------------|
| <b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>  | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>  | Código           | FOR-LAB-MS-04 |
|   | <b>LIMITES DE CONSISTENCIA (NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)</b> | Versión          | 0             |
|   |   | Fecha            | 15/07/2021    |
|   |   | Hora             | 9:40 am       |
| Proyecto: Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe incluyendo mucílago de cactus, Víctor Fajardo, Ayacucho – 2021 |   | Registro N°:     | -             |
| Solicitante:<br>Bach. Fernández Quispe Wincislao<br>Bach. Galván Cabrera Deisy  |   | Muestreado:      | -             |
| Ubicación del proyecto:   | Ayacucho - Víctor fajardo – Huancapi                                  | Fecha de ensayo: | 14/07/2021    |
| Cantera:  | Pacucha I   | Turno:           | -             |

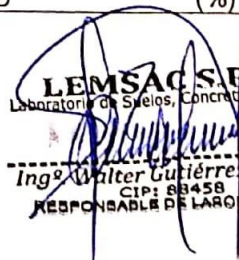
**TABLA DE LIMITE LIQUIDO**

pagina 1 de 2

| <b>LIMITE LIQUIDO</b>     |     |       |       |       |
|---------------------------|-----|-------|-------|-------|
| Nº TARRO                  |     | M-13  | R-35  | L-4   |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | (g) | 39.40 | 38.80 | 41.40 |
| PESO TARRO + SUELO SECO   | (g) | 31.30 | 31.00 | 33.50 |
| PESO DE AGUA              | (g) | 8.10  | 7.80  | 7.90  |
| PESO DEL TARRO            | (g) | 14.70 | 13.80 | 14.50 |
| PESO DEL SUELO SECO       | (g) | 16.60 | 17.20 | 19.00 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD      | (%) | 48.8  | 45.3  | 41.6  |
| NUMERO DE GOLPES          |     | 17    | 26    | 38    |

**TABLA DE LIMITE PLASTICO**

| <b>LIMITE PLASTICO</b>    |     |       |       |
|---------------------------|-----|-------|-------|
| Nº TARRO                  |     | R-36  | G-4   |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | (g) | 24.10 | 33.14 |
| PESO TARRO + SUELO SECO   | (g) | 21.70 | 28.34 |
| PESO DE AGUA              | (g) | 2.40  | 4.80  |
| PESO DEL TARRO            | (g) | 13.80 | 12.55 |
| PESO DEL SUELO SECO       | (g) | 7.90  | 15.79 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD      | (%) | 30.4  | 30.4  |

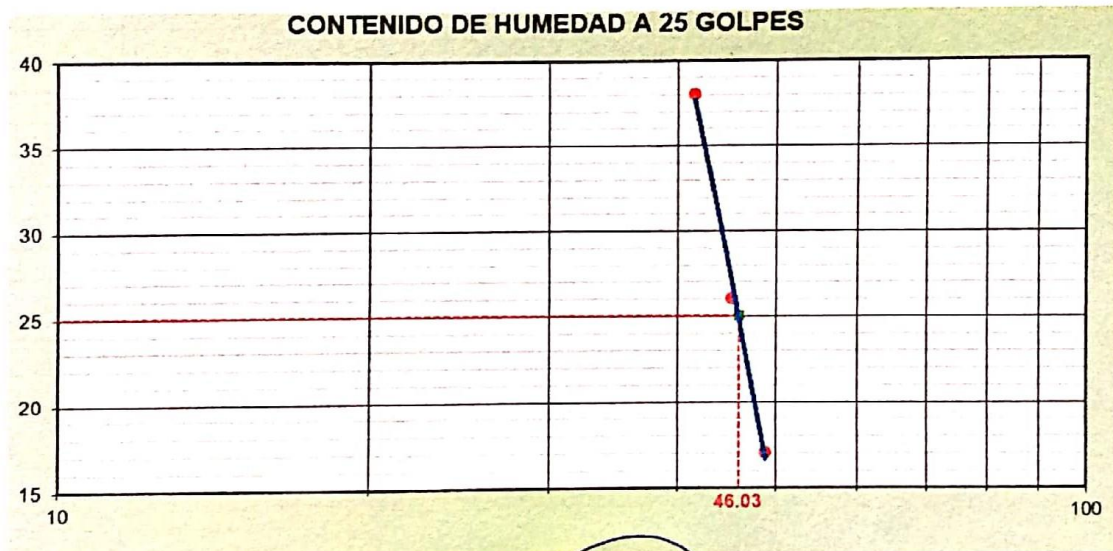
**LEMSAC S.R.L.**  
 Laboratorio de Suelos, Concretos y Asfalto  
  
 Ing. Walter Gutiérrez Aronés  
 CIP: 88458  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

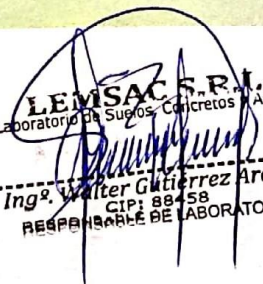
Correo electrónico: [lemsacsrl@hotmail.com](mailto:lemsacsrl@hotmail.com)

Facebook: <https://www.facebook.com/lemsacsrl>

|   |   |                  |               |
|---|---|------------------|---------------|
| <b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>  | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>  | Código           | FOR-LAB-MS-04 |
|   | <b>LIMITES DE CONSISTENCIA (NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)</b> | Versión          | 0             |
|   |   | Fecha            | 15/07/2021    |
|   |   | Hora             | 9:40 am       |
| Proyecto: Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe incluyendo mucílago de cactus, Víctor Fajardo, Ayacucho – 2021 |   | Registro N°:     | -             |
| Solicitante:<br>Bach. Fernández Quispe Wincislao<br>Bach. Galván Cabrera Deisy  |   | Muestreado:      | -             |
| Ubicación del proyecto:   | Ayacucho - Víctor fajardo – Huancapi                                  | Fecha de ensayo: | 14/07/2021    |
| Cantera:  | Pacucha I   | Turno:           | -             |

**GRAFICA DE LIMITE LIQUIDO**



  
**LEMSAC S.R.L.**  
 Laboratorio de Suelos, Concretos y Asfalto  
 Ing. Walter Gutiérrez Aronés  
 CIP: 88458  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

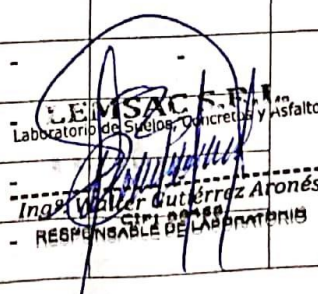
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES   | CERTIFICADO DE ENSAYO                 |  | Código           | FOR-LAB-MS-03          |
|---|---------------------------------------|--|------------------|------------------------|
|   | ENSAYO DE ABSORCIÓN NORMA NTP 399.613 |  | Versión          | 0                      |
|   |                                       |  | Fecha            | 26/08/2021             |
|   |                                       |  | Hora             | 9:37 am                |
| Proyecto: Análisis de las propiedades físicos y mecánicas de las unidades de adobe incluyendo mucílago de cactus, Víctor Fajardo, Ayacucho – 2021 |                                       |  | Registro N°:     | -                      |
| Solicitante:<br>Bach. Fernández Quispe Wincislao<br>Bach. Galván Cabrera Deisy  |                                       |  | Muestreado:      | -                      |
| Ubicación del proyecto:   | Ayacucho - Víctor fajardo – Huancapi  |  | Fecha de ensayo: | 25/08/2021- 26/08/2021 |
| Cantera:  | Pacucha I                             |  | Turno:           | -                      |

**RESULTADOS:**

pagina 1 de 3

| Resultados del ensayo a absorción con 0% de mucílago |               |            |                   |               |          |
|--|---------------|------------|-------------------|---------------|----------|
| Identificación                                       | Peso seco (g) | Tiempo (h) | Peso saturado (g) | Absorción (%) | Promedio |
| 0% de mucílago N°1                                   | 6862          | 24.0       | -                 | -             | -        |
| 0% de mucílago N°2                                   | 6863          | 24.0       | -                 | -             |          |
| 0% de mucílago N°3                                   | 6861          | 24.0       | -                 | -             |          |
| 0% de mucílago N°4                                   | 6866          | 24.0       | -                 | -             |          |
| 0% de mucílago N°5                                   | 6867          | 24.0       | -                 | -             |          |

| Resultados del ensayo a absorción con 5% de mucílago |               |            |                   |               |          |
|--|---------------|------------|-------------------|---------------|----------|
| Identificación                                       | Peso seco (g) | Tiempo (h) | Peso saturado (g) | Absorción (%) | Promedio |
| 5% de mucílago N°1                                   | 6555          | 24.0       | -                 | -             | -        |
| 5% de mucílago N°2                                   | 6556          | 24.0       | -                 | -             |          |
| 5% de mucílago N°3                                   | 6553          | 24.0       | -                 | -             |          |
| 5% de mucílago N°4                                   | 6552          | 24.0       | -                 | -             |          |

  
**LEMSAC S.R.L.**  
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 Inga Walker Gutiérrez Aronés  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES   | CERTIFICADO DE ENSAYO                 |                  | Código                 | FOR-LAB-MS-03 |
|---|---------------------------------------|------------------|------------------------|---------------|
|   | ENSAYO DE ABSORCIÓN NORMA NTP 399.613 |                  | Versión                | 0             |
|   |                                       |                  | Fecha                  | 26/08/2021    |
|   |                                       |                  | Hora                   | 9:37 am       |
| Proyecto: Análisis de las propiedades físicos y mecánicas de las unidades de adobe incluyendo mucilago de cactus, Víctor Fajardo, Ayacucho – 2021 |                                       |                  | Registro N°:           | -             |
| Solicitante:<br>Bach. Fernández Quispe Wincislao<br>Bach. Galván Cabrera Deisy  |                                       |                  | Muestreado:            | -             |
| Ubicación del proyecto:   | Ayacucho - Víctor fajardo – Huancapi  | Fecha de ensayo: | 25/08/2021- 26/08/2021 |               |
| Cantera:  | Pacucha I                             | Turno:           | -                      |               |

|                    |      |      |   |   |  |
|--------------------|------|------|---|---|--|
| 5% de mucilago N°5 | 6554 | 24.0 | - | - |  |
|--------------------|------|------|---|---|--|

**RESULTADOS:**

Página 2 de 3

| Resultados del ensayo a absorción con 8% de mucilago |               |            |                   |               |          |
|--|---------------|------------|-------------------|---------------|----------|
| Identificación                                       | Peso seco (g) | Tiempo (h) | Peso saturado (g) | Absorción (%) | Promedio |
| 8% de mucilago N°1                                   | 6432          | 24.0       | -                 | -             | -        |
| 8% de mucilago N°2                                   | 6434          | 24.0       | -                 | -             |          |
| 8% de mucilago N°3                                   | 6435          | 24.0       | -                 | -             |          |
| 8% de mucilago N°4                                   | 6433          | 24.0       | -                 | -             |          |
| 8% de mucilago N°5                                   | 6434          | 24.0       | -                 | -             |          |

| Resultados del ensayo a absorción con 10% de mucilago |               |            |                   |               |          |
|---|---------------|------------|-------------------|---------------|----------|
| Identificación  | Peso seco (g) | Tiempo (h) | Peso saturado (g) | Absorción (%) | Promedio |
| 10% de mucilago N°1                                   | 6178          | 24.0       |                   |               |          |
| 10% de mucilago N°2                                   | 6176          | 24.0       |                   |               |          |

**LEMSAC S.R.L.**  
 Laboratorio de Suelo, Concreto y Asfalto  
 Ing. Walter Gutiérrez Aronés  
 CIPI 00458  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

Correo electrónico: [lemsacsrl@hotmail.com](mailto:lemsacsrl@hotmail.com)

Facebook: <https://www.facebook.com/lemsacsrl>

|   |  |                  |                         |
|---|--|------------------|-------------------------|
| <b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>  | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>                 | Código           | FOR-LAB-MS-03           |
|   | <b>ENSAYO DE ABSORCIÓN NORMA NTP 399.613</b> | Versión          | 0                       |
|   |  | Fecha            | 26/08/2021              |
|   |  | Hora             | 9:37 am                 |
| Proyecto: Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe incluyendo mucilago de cactus, Victor Fajardo, Ayacucho - 2021 |  | Registro N°:     | -                       |
| Solicitante:<br>Bach. Fernández Quispe Wincislao<br>Bach. Galván Cabrera Deisy  |  | Muestreado:      | -                       |
| Ubicación del proyecto:   | Ayacucho - Victor fajardo - Huancapi         | Fecha de ensayo: | 25/08/2021 - 26/08/2021 |
| Cantera:  | Pacucha I                                    | Turno:           | -                       |

|                     |      |      |   |   |   |
|---------------------|------|------|---|---|---|
| 10% de mucilago N°3 | 6174 | 24.0 | - | - | - |
| 10% de mucilago N°4 | 6179 | 24.0 | - | - | - |
| 10% de mucilago N°5 | 6175 | 24.0 | - | - | - |

S= La unidad pierde la mayor parte de sus superficies o bordes, la unidad no puede soportar ningún tipo de presión.

**RESULTADOS:**

**LEMSAC S.R.L.**  
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
  
 Ing. Walter Gutiérrez Aronés  
 CIP 18459  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO

|   |   |                         |                     |               |
|---|---|-------------------------|---------------------|---------------|
| <b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>  | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>            |                         | <b>Código</b>       | FOR-LAB-MS-02 |
|   | <b>ENSAYO A FLEXION NORMA ASTM G-78</b> |                         | <b>Versión</b>      | 0             |
|   |   |                         | <b>Fecha</b>        | 26/08/2021    |
|   |   |                         | <b>Hora</b>         | 11:53 am      |
| Proyecto: Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe incluyendo mucilago de cactus, Víctor Fajardo, Ayacucho – 2021 |   |                         | <b>Registro N°:</b> | -             |
| Solicitante:<br>Bach. Fernández Quispe Wincislao<br>Bach. Galván Cabrera Deisy  |   |                         | <b>Muestreado:</b>  | -             |
| <b>Ubicación del proyecto:</b>  | Ayacucho - Víctor fajardo – Huancapi    | <b>Fecha de ensayo:</b> | 25/08/2021          |               |
| <b>Cantera:</b>   | pacucha I                               | <b>Turno:</b>           | -                   |               |

**RESULTADOS:**

| Resultados del ensayo a compresión con 0% de mucilago |            |            |            |           |   |                                |
|---|------------|------------|------------|-----------|---|--------------------------------|
| Identificación  | Largo (cm) | Ancho (cm) | Carga (kg) | Peso (kg) | Módulo de ruptura (kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 0% de mucilago N°1                                    | 10.2       | 9.95       | 1400       | 1.59      | 13.79                                   | 13.94                          |
| 0% de mucilago N°2                                    | 9.9        | 10.1       | 1390       | 1.58      | 13.89                                   |                                |
| 0% de mucilago N°3                                    | 9.9        | 10         | 1410       | 1.59      | 14.24                                   |                                |
| 0% de mucilago N°4                                    | 10.1       | 9.96       | 1390       | 1.57      | 13.82                                   |                                |

| Resultados del ensayo a compresión con 5% de mucilago |            |            |            |           |   |                                |
|---|------------|------------|------------|-----------|---|--------------------------------|
| Identificación  | Largo (cm) | Ancho (cm) | Carga (kg) | Peso (kg) | Módulo de ruptura (kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 5% de mucilago N°1                                    | 10.0       | 10.2       | 1350       | 1.46      | 13.29                                   | 13.29                          |
| 5% de mucilago N°2                                    | 10.1       | 10.4       | 1370       | 1.44      | 13.04                                   |                                |
| 5% de mucilago N°3                                    | 10.4       | 9.8        | 1360       | 1.45      | 13.34                                   |                                |
| 5% de mucilago N°4                                    | 9.95       | 10.2       | 1370       | 1.44      | 13.50                                   |                                |

**Ing. Walter Gutiérrez Aronés**  
 CIP: 81458  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO

|   |   |                  |              |               |
|---|---|------------------|--------------|---------------|
| <b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>  | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>            |                  | Código       | FOR-LAB-MS-02 |
|   | <b>ENSAYO A FLEXION NORMA ASTM C-78</b> |                  | Versión      | 0             |
|   |   |                  | Fecha        | 26/08/2021    |
|   |   |                  | Hora         | 11:53 am      |
| Proyecto: Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe incluyendo mucílago de cactus, Víctor Fajardo, Ayacucho – 2021 |   |                  | Registro N°: | -             |
| Solicitante:<br>Bach. Fernández Quispe Wincislao<br>Bach. Galván Cabrera Deisy  |   |                  | Muestreado:  | -             |
| Ubicación del proyecto:   | Ayacucho - Víctor fajardo – Huancapi    | Fecha de ensayo: | 25/08/2021   |               |
| Cantera:  | pacucha I                               | Turno:           | -            |               |

**RESULTADOS:**

Página 2 de 2

| Resultados del ensayo a flexión con 8% de mucílago |                             |            |             |            |           |   |                                |
|--|-----------------------------|------------|-------------|------------|-----------|---|--------------------------------|
| Identificación                                     | Distancia entre apoyos (cm) | Largo (cm) | Altura (cm) | Carga (kg) | Peso (kg) | Módulo de ruptura (kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 8% de mucílago N°1                                 | 25.5                        | 28.9       | 9.7         | 155        | 6.431     | 1.45                                    | 1.40                           |
| 8% de mucílago N°2                                 | 25.5                        | 29.5       | 9.8         | 154        | 6.435     | 1.39                                    |                                |
| 8% de mucílago N°3                                 | 25.5                        | 29.7       | 9.9         | 153        | 6.436     | 1.34                                    |                                |
| 8% de mucílago N°4                                 | 25.5                        | 30.5       | 9.7         | 158        | 6.434     | 1.40                                    |                                |

| Resultados del ensayo a flexión con 10% de mucílago |                             |            |             |            |           |   |                                |
|---|-----------------------------|------------|-------------|------------|-----------|---|--------------------------------|
| Identificación                                      | Distancia entre apoyos (cm) | Largo (cm) | Altura (cm) | Carga (kg) | Peso (kg) | Módulo de ruptura (kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 10% de mucílago N°1                                 | 25.5                        | 29.9       | 9.9         | 175        | 6.179     | 1.52                                    | 1.54                           |
| 10% de mucílago N°2                                 | 25.5                        | 30.0       | 9.7         | 173        | 6.171     | 1.56                                    |                                |
| 10% de mucílago N°3                                 | 25.5                        | 29.8       | 9.8         | 178        | 6.174     | 1.59                                    |                                |
| 10% de mucílago N°4                                 | 25.5                        | 29.9       | 10          | 176        | 6.175     | 1.50                                    |                                |

1.54  
**LEMSAC S.R.L.**  
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
  
 Ing. Walter Gutiérrez Aronés  
 CIP: 88454  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

Correo electrónico: [lemsacsrl@hotmail.com](mailto:lemsacsrl@hotmail.com)

Facebook: <https://www.facebook.com/lemsacsrl>

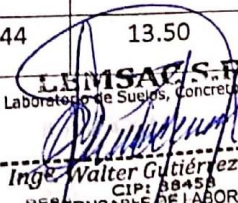
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES   | CERTIFICADO DE ENSAYO                |  | Código           | FOR-LAB-MS-01 |
|---|--------------------------------------|--|------------------|---------------|
|   | ENSAYO A COMPRESIÓN NORMA E.080      |  | Versión          | 0             |
|   |                                      |  | Fecha            | 26/08/2021    |
|   |                                      |  | Hora             | 10:40 am      |
| Proyecto: Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe incluyendo mucilago de cactus, Víctor Fajardo, Ayacucho – 2021 |                                      |  | Registro N°:     | -             |
| Solicitante: Bach. Fernández Quispe Wincislao<br>Bach. Galván Cabrera Deisy   |                                      |  | Muestreado:      | -             |
| Ubicación del proyecto:   | Ayacucho - Víctor fajardo – Huancapi |  | Fecha de ensayo: | 25/08/2021    |
| Cantera:  | pacucha I                            |  | Turno:           | -             |

**RESULTADOS:**

pagina 1 de 2

| Resultados del ensayo a compresión con 0% de mucilago |            |            |            |           |   |                                |
|---|------------|------------|------------|-----------|---|--------------------------------|
| Identificación  | Largo (cm) | Ancho (cm) | Carga (kg) | Peso (kg) | Módulo de ruptura (kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 0% de mucilago N°1                                    | 10.2       | 9.95       | 1400       | 1.59      | 13.79                                   | 13.94                          |
| 0% de mucilago N°2                                    | 9.9        | 10.1       | 1390       | 1.58      | 13.89                                   |                                |
| 0% de mucilago N°3                                    | 9.9        | 10         | 1410       | 1.59      | 14.24                                   |                                |
| 0% de mucilago N°4                                    | 10.1       | 9.96       | 1390       | 1.57      | 13.82                                   |                                |

| Resultados del ensayo a compresión con 5% de mucilago |            |            |            |           |   |                                |
|---|------------|------------|------------|-----------|---|--------------------------------|
| Identificación  | Largo (cm) | Ancho (cm) | Carga (kg) | Peso (kg) | Módulo de ruptura (kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 5% de mucilago N°1                                    | 10.0       | 10.2       | 1350       | 1.46      | 13.29                                   | 13.29                          |
| 5% de mucilago N°2                                    | 10.1       | 10.4       | 1370       | 1.44      | 13.04                                   |                                |
| 5% de mucilago N°3                                    | 10.4       | 9.8        | 1360       | 1.45      | 13.34                                   |                                |
| 5% de mucilago N°4                                    | 9.95       | 10.2       | 1370       | 1.44      | 13.50                                   |                                |

**LEMSAC S.R.L.**  
 Laboratorio de Suelos, Concretos y Asfalto  
  
 Inge. Walter Gutiérrez Aronés  
 CIP: 88458  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

Correo electrónico: [lemsacsrl@hotmail.com](mailto:lemsacsrl@hotmail.com)  
 Facebook: <https://www.facebook.com/lemsacsrl>



|   |  |                  |              |               |
|---|--|------------------|--------------|---------------|
| <b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>  | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>           |                  | Código       | FOR-LAB-MS-01 |
|   | <b>ENSAYO A COMPRESIÓN NORMA E.080</b> |                  | Versión      | 0             |
|   |  |                  | Fecha        | 26/08/2021    |
|   |  |                  | Hora         | 10:40 am      |
| Proyecto: Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe incluyendo mucilago de cactus, Víctor Fajardo, Ayacucho – 2021 |  |                  | Registro N°: | -             |
| Solicitante:<br>Bach. Fernández Quispe Wincislao<br>Bach. Galván Cabrera Deisy  |  |                  | Muestreado:  | -             |
| Ubicación del proyecto:   | Ayacucho - Víctor fajardo – Huancapi   | Fecha de ensayo: | 25/08/2021   |               |
| Cantera:  | pacucha I                              | Turno:           | -            |               |

**RESULTADOS:**

**página 2 de 2**

| Resultados del ensayo a compresión con 8% de mucilago |            |            |            |           |   |                                |
|---|------------|------------|------------|-----------|---|--------------------------------|
| Identificación  | Largo (cm) | Ancho (cm) | Carga (kg) | Peso (kg) | Módulo de ruptura (kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 8% de mucilago N°1                                    | 10.3       | 9.95       | 1360       | 1.35      | 13.27                                   | 13.26                          |
| 8% de mucilago N°2                                    | 10.2       | 10.1       | 1340       | 1.44      | 13.01                                   |                                |
| 8% de mucilago N°3                                    | 10.0       | 10.2       | 1340       | 1.33      | 13.20                                   |                                |
| 8% de mucilago N°4                                    | 10.0       | 9.95       | 1350       | 1.34      | 13.57                                   |                                |

| Resultados del ensayo a compresión con 10% de mucilago |            |            |            |           |   |                                |
|--|------------|------------|------------|-----------|---|--------------------------------|
| Identificación   | Largo (cm) | Ancho (cm) | Carga (kg) | Peso (kg) | Módulo de ruptura (kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 10% de mucilago N°1                                    | 10.0       | 10.0       | 1330       | 1.22      | 13.37                                   | 13.13                          |
| 10% de mucilago N°2                                    | 10.2       | 10.1       | 1320       | 1.23      | 12.81                                   |                                |
| 10% de mucilago N°3                                    | 10.0       | 10.2       | 1320       | 1.21      | 12.97                                   |                                |
| 10% de mucilago N°4                                    | 9.99       | 10.0       | 1330       | 1.21      | 13.38                                   |                                |

**LEMSAC S.R.L.**  
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
  
 Ing. Walter Gutiérrez Aronés  
 CIP: 88458  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

Correo electrónico: [lemsacsrl@hotmail.com](mailto:lemsacsrl@hotmail.com)  
 Facebook: <https://www.facebook.com/lemsacsrl>

## **ANEXO 5: PANEL FOTOGRÁFICO**

### **FOTOGRAFÍA 1: Limpieza del mucílago**



### **FOTOGRAFÍA 2: Secado de adobe**



**FOTOGRAFÍA 3: Identificación de Especímenes**



**FOTOGRAFÍA 4: Rotura de especímenes (COMPRESIÓN)**



**FOTOGRAFÍA 5: Rotura de especímenes (FLEXIÓN)**



**FOTOGRAFÍA 6: Ensayo de Absorción**



## ANEXO 6: DISEÑO DE MEZCLA

| CUANTIFICACIÓN DE MATERIALES PARA LA ELABORAR ADOBES TRADICIONALES CON MUCILAGO DE CACTUS 0% |                 |       |      |                  |                    |                                 |
|--|-----------------|-------|------|------------------|--------------------|---------------------------------|
| Ensayos  | Dimensiones (m) |       |      | Vol. Tierra (m3) | Vol. Agua 20% (m3) | Vol. Mucilago de cactus 0% (m3) |
|  | Largo           | Ancho | Alto |                  |                    |                                 |
| Compresión (6)   | 0.1             | 0.1   | 0.1  | 0.006            | 0.0012             | -                               |
| Flexión (4)  | 0.3             | 0.15  | 0.1  | 0.018            | 0.0036             | -                               |
| Absorción (5)  | 0.3             | 0.15  | 0.1  | 0.023            | 0.0046             | -                               |
| Total (m3)   |                 |       |      | 0.047            | 0.0094             | -                               |
| Total, desperdicios 3% (m3)  |                 |       |      | 0.00141          | 0.000282           | -                               |
| Total (litros)   |                 |       |      | 48.41            | 9.682              | -                               |

| CUANTIFICACIÓN DE MATERIALES PARA LA ELABORAR ADOBES TRADICIONALES CON MUCILAGO DE CACTUS 5% |                 |       |      |                  |                    |                                 |
|--|-----------------|-------|------|------------------|--------------------|---------------------------------|
| Ensayos  | Dimensiones (m) |       |      | Vol. Tierra (m3) | Vol. Agua 20% (m3) | Vol. Mucilago de cactus 5% (m3) |
|  | Largo           | Ancho | Alto |                  |                    |                                 |
| Compresión (6)   | 0.1             | 0.1   | 0.1  | 0.006            | 0.0012             | 0.0003                          |
| Flexión (4)  | 0.3             | 0.15  | 0.1  | 0.018            | 0.0036             | 0.0009                          |
| Absorción (5)  | 0.3             | 0.15  | 0.1  | 0.023            | 0.0046             | 0.00115                         |
| Total (m3)   |                 |       |      | 0.047            | 0.0094             | 0.00235                         |
| Total, desperdicios 3% (m3)  |                 |       |      | 0.00141          | 0.000282           | $7.05 \times 10^{-5}$           |
| Total (litros)   |                 |       |      | 48.41            | 9.682              | 2.4205                          |

| CUANTIFICACIÓN DE MATERIALES PARA LA ELABORAR ADOBES TRADICIONALES CON MUCILAGO DE CACTUS 8% |                 |       |      |                  |                    |                                 |
|--|-----------------|-------|------|------------------|--------------------|---------------------------------|
| Ensayos  | Dimensiones (m) |       |      | Vol. Tierra (m3) | Vol. Agua 20% (m3) | Vol. Mucilago de cactus 8% (m3) |
|  | Largo           | Ancho | Alto |                  |                    |                                 |
| Compresión (6)   | 0.1             | 0.1   | 0.1  | 0.006            | 0.0012             | 0.00048                         |
| Flexión (4)  | 0.3             | 0.15  | 0.1  | 0.018            | 0.0036             | 0.00144                         |
| Absorción (5)  | 0.3             | 0.15  | 0.1  | 0.023            | 0.0046             | 0.00184                         |
| Total (m3)   |                 |       |      | 0.047            | 0.0094             | 0.00376                         |
| Total, desperdicios 3% (m3)  |                 |       |      | 0.00141          | 0.000282           | 0.000128                        |
| Total (litros)   |                 |       |      | 48.41            | 9.682              | 3.87                            |

| CUANTIFICACIÓN DE MATERIALES PARA LA ELABORAR ADOBES TRADICIONALES CON MUCILAGO DE CACTUS 10% |                 |       |      |                  |                    |                                  |
|---|-----------------|-------|------|------------------|--------------------|----------------------------------|
| Ensayos   | Dimensiones (m) |       |      | Vol. Tierra (m3) | Vol. Agua 20% (m3) | Vol. Mucilago de cactus 10% (m3) |
|   | Largo           | Ancho | Alto |                  |                    |                                  |
| Compresión (6)  | 0.1             | 0.1   | 0.1  | 0.006            | 0.0012             | 0.0006                           |
| Flexión (4)   | 0.3             | 0.15  | 0.1  | 0.018            | 0.0036             | 0.0018                           |
| Absorción (5)   | 0.3             | 0.15  | 0.1  | 0.023            | 0.0046             | 0.0023                           |
| Total (m3)  |                 |       |      | 0.047            | 0.0094             | 0.0047                           |
| Total, desperdicios 3% (m3)   |                 |       |      | 0.00141          | 0.000282           | 0.000141                         |
| Total (litros)  |                 |       |      | 48.41            | 9.682              | 4.841                            |

| <b>DISEÑO DE MEZCLA PARA UN ADOBE TRADICIONAL</b> |                       |                     |                           |                 |
|---|-----------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|
| <b>Arena</b>                                      | <b>Arcilla y limo</b> | <b>Agua</b>         | <b>Mucilago de cactus</b> | <b>Total</b>    |
| 52%   | 48%                   | 20%                 | 0%                        | 100%            |
| 0.52 m <sup>3</sup>                               | 0.48 m <sup>3</sup>   | 0.20 m <sup>3</sup> | -                         | 1m <sup>3</sup> |
| 520.0 lts   | 480.0 lts             | 200 lts             | -                         | 1000 lts        |
| 1   | 0.92                  | 0.38                | -                         |                 |

| <b>DISEÑO DE MEZCLA PARA UN ADOBE TRADICIONAL ESTABILIZADO CON 5%</b> |                       |                     |                           |                 |
|---|-----------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|
| <b>Arena</b>  | <b>Arcilla y limo</b> | <b>Agua</b>         | <b>Mucilago de cactus</b> | <b>Total</b>    |
| 52%   | 48%                   | 15%                 | 5%                        | 100%            |
| 0.52 m <sup>3</sup>   | 0.48 m <sup>3</sup>   | 0.15 m <sup>3</sup> | 0.05 m <sup>3</sup>       | 1m <sup>3</sup> |
| 520 lts   | 480 lts               | 150 lts             | 50 lts                    | 1000 lts        |
| 1   | 0.92                  | 0.29                | 0.096                     |                 |

| <b>DISEÑO DE MEZCLA PARA UN ADOBE TRADICIONAL ESTABILIZADO CON 8%</b> |                        |                     |                           |                 |
|---|------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|
| <b>Arena</b>  | <b>Arcilla limo</b>    | <b>Agua</b>         | <b>Mucilago de cactus</b> | <b>Total</b>    |
| 52%   | 48%                    | 12%                 | 8%                        | 100%            |
| 0.52 m <sup>3</sup>   | 0.48                   | 0.12 m <sup>3</sup> | 0.08 m <sup>3</sup>       | 1m <sup>3</sup> |
| 520 lts   | m <sup>3</sup> 480 lts | 120 lts             | 80 lts                    | 1000 lts        |
| 1   | 0.92                   | 0.23                | 0.15                      |                 |

| <b>DISEÑO DE MEZCLA PARA UN ADOBE TRADICIONAL ESTABILIZADO CON 10%</b> |                     |                     |                           |                  |
|--|---------------------|---------------------|---------------------------|------------------|
| <b>Arena</b>   | <b>Arcilla limo</b> | <b>Agua</b>         | <b>Mucilago de cactus</b> | <b>Total</b>     |
| 52%  | 48%                 | 10%                 | 10%                       | 100%             |
| 0.52 m <sup>3</sup>  | 0.48 m <sup>3</sup> | 0.10 m <sup>3</sup> | 0.10 m <sup>3</sup>       | 1 m <sup>3</sup> |
| 520 lts  | 480 lts             | 100 lts             | 100 lts                   | 1000 lts         |
| 1  | 0.92                | 0.19                | 0.19                      |                  |



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de Mucilago de Cactus

"Análisis de las propiedades físicos y mecánicas de las unidades de adobe incluyendo mucilago de cactus, Víctor Fajardo, Ayacucho - 2021"

Parte A: Datos generales.

Tesista 01: Wincislao, Fernández Quispe

Tesista 02: Deisy, Galván Cabrera

Fecha: Lima, 13 de agosto del 2021

Parte B: Dosificación de Mucilago de Cactus.

|     |  |
|-----|--|
| 5%  |  |
| 8%  |  |
| 10% |  |

- Tesis: Flores, C. (2019), Dosificación de Gel de Sábila: 10%,15% y 20%.
- Tesis: Quintana, Vera (2017), Dosificación de Mucilago de Tuna: 25%, 50%, 75% y 100%.
- Tesis: Arteaga y Loja, J. (2018), Dosificación de Emulsión Asfáltica: 2.5%, 5%, 7.5% y 10%.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

|  |  |  |
|--|--|--|
| Apellidos: NEYRA MELGAR<br>Nombres: JORGE LUIS<br>Título: ING. CIVIL<br>Grado: BACHILLER<br>N° Reg. CIP: 197044<br>Firma: <br>JORGE L. NEYRA MELGAR<br>INGENIERO CIVIL<br>Registro CIP. N° 197044 | Apellidos: NEYRA IBARRA<br>Nombres: LUIS ALBERTO<br>Título: ING. CIVIL<br>Grado: BACHILLER<br>N° Reg. CIP:<br>Firma: 20165 <br>Luis A. Neyra Ibarra<br>INGENIERO CIVIL<br>CIP 20115 | Apellidos: NEYRA TUBILLA<br>Nombres: LUIS ROBERTO<br>Título: ING. CIVIL<br>Grado: BACHILLER<br>N° Reg. CIP: 74453<br>Firma: <br>LUIS H. NEYRA TUBILLA<br>INGENIERO CIVIL<br>REG. C.I.P. 74453 |
|--|--|--|