



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Comparación de propiedades físico mecánicas de adobe tradicional frente al adobe estabilizado con emulsión asfáltica, Centro Poblado Sihue, Ayacucho 2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Pillihuaman Oyola, Denys (ORCID: 0000-0002-1605-3436)

**ASESOR:**

Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (ORCID: 0000-0002-9573-0182)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

Con todo mi amor y cariño a mi padre  
TEODOR PRECILIANO PILLIHUAMAN  
HUARCAYA y a mi madre LISSETT MÓNICA  
OYOLA ALARCÓN, quienes son la motivación  
más grande que puedo tener en esta vida,  
para crecer día a día como profesional y lograr  
mis objetivos y metas.

## **Agradecimiento**

A Dios, él que en todo momento está conmigo.

A mi familia, que son las personas que me dan fuerzas y valor de seguir adelante.

A mis docentes y amigos que han sido parte de mi formación profesional a todos ellos mi más sincero agradecimiento.

## ÍNDICE

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	v
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>36</b>
3.1. Tipo y diseño de Investigación.....	36
3.2. Variables y operacionalización.....	37
3.3. Población, muestra y muestreo.....	39
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
3.5. Procedimientos.....	41
3.6. Método de análisis de datos.....	42
3.7. Aspectos éticos.....	44
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>43</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>78</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>80</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>82</b>

**REFERENCIAS**

**ANEXOS**

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Juego de tamices</i> .....	23
<b>Tabla 2.</b> <i>Clasificación SUCS (a)</i> .....	24
<b>Tabla 3.</b> <i>Clasificación SUCS (b)</i> .....	25
<b>Tabla 4.</b> <i>Valor de Factor de Límite Líquido (k)</i> .....	28
<b>Tabla 5.</b> <i>Cuadro comparativo de las resistencias a compresión de algunas técnicas de construcción</i> .....	34
<b>Tabla 6.</b> <i>Muestra para ensayo a compresión</i> .....	40
<b>Tabla 7.</b> <i>Muestra para ensayo a flexión</i> .....	40
<b>Tabla 8.</b> <i>Muestra para ensayo de absorción de agua</i> .....	41
<b>Tabla 9.</b> <i>Análisis granulométrico por tamizado ASTM D6913</i> .....	54
<b>Tabla 10.</b> <i>Ensayo y cálculo de límite líquido</i> .....	57
<b>Tabla 11.</b> <i>Ensayo y cálculo de clasificación de suelos</i> .....	58
<b>Tabla 12.</b> <i>Ensayo y cálculo de límite plástico</i> .....	61
<b>Tabla 13.</b> <i>Resultados del ensayo de resistencia a compresión del adobe patrón</i> .....	62
<b>Tabla 14.</b> <i>Resultados del ensayo de resistencia a compresión del adobe estabilizado con el 5% de adición de emulsión asfáltica</i> .....	63
<b>Tabla 15.</b> <i>Resultados del ensayo de resistencia a compresión del adobe estabilizado con el 10% de adición de emulsión asfáltica</i> .....	57
<b>Tabla 16.</b> <i>Resultados del ensayo de resistencia a compresión del adobe estabilizado con el 15% de adición de emulsión asfáltica</i> .....	66
<b>Tabla 17.</b> <i>Comparación de resultados de los ensayos de resistencia a compresión del adobe patrón y adobe estabilizado con emulsión asfáltica</i> .....	67
<b>Tabla 18.</b> <i>Resultados del ensayo de resistencia a flexión del adobe patrón</i> .....	68
<b>Tabla 19.</b> <i>Resultados del ensayo de resistencia a flexión del adobe estabilizado con el 5% de adición de emulsión asfáltica</i> .....	69
<b>Tabla 20.</b> <i>Resultados del ensayo de resistencia a flexión del adobe estabilizado con el 10% de adición de emulsión asfáltica</i> .....	70
<b>Tabla 21.</b> <i>Resultados del ensayo de resistencia a flexión del adobe estabilizado con el 15% de adición de emulsión asfáltica</i> .....	71

<b>Tabla 22.</b> Comparación de resultados de los ensayos de resistencia a compresión del adobe patrón y adobe estabilizado con emulsión asfáltica.....	72
<b>Tabla 23.</b> Resultados del ensayo de absorción del adobe patrón.....	73
<b>Tabla 24.</b> Resultados del ensayo de absorción del adobe estabilizado con el 5% de adición de emulsión asfáltica.....	75
<b>Tabla 25.</b> Resultados del ensayo de absorción del adobe estabilizado con el 10% de adición de emulsión asfáltica.....	76
<b>Tabla 26.</b> Resultados del ensayo de absorción del adobe estabilizado con el 15% de adición de emulsión asfáltica.....	76
<b>Tabla 27.</b> Resultados de los ensayos de absorción del adobe patrón y adobe estabilizado con emulsión asfáltica.....	77
<b>Tabla 28.</b> Discusión.....	79

### Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Molde para elaboraciones adobe .....	29
<b>Figura 2.</b> Incorporación de la mezcla al molde.....	30
<b>Figura 3.</b> Proceso de secado de los adobes .....	31
<b>Figura 4.</b> Mapa región Ayacucho.....	39
<b>Figura 5.</b> Vista panorámica del centro poblado de Sihue.....	43
<b>Figura 6.</b> Obtención del suelo.....	44
<b>Figura 7.</b> Suelo seleccionado.....	46
<b>Figura 8.</b> Obtención de paja de ichu .....	46
<b>Figura 9.</b> Prueba de bolas y rollos de suelo humedecido in situ .....	46
<b>Figura 10.</b> Prueba de resistencia seca .....	45
<b>Figura 11.</b> Emulsión asfáltica.....	45
<b>Figura 12.</b> Adoberas .....	50
<b>Figura 13.</b> Mezcla de suelo para la elaboración de adobes.....	51
<b>Figura 14.</b> Elaboración de adobes.....	51
<b>Figura 15.</b> Mezcla añadiendo emulsión asfáltica .....	53
<b>Figura 16.</b> Secado de adobes.....	53
<b>Figura 17.</b> Curva granulométrica .....	55

<b>Figura 18.</b> Gráfico de Fluidez .....	58
<b>Figura 19.</b> Ensayo de límite de consistencia .....	58
<b>Figura 20.</b> Contenido de humedad.....	60
<b>Figura 21.</b> Ensayo de compresión del adobe patrón .....	62
<b>Figura 22.</b> Ensayo de compresión del adobe adicionado con el 5% de emulsión asfáltica... ..	63
<b>Figura 23.</b> Ensayo de compresión del adobe adicionado con el 10% de emulsión asfáltica .....	65
<b>Figura 24.</b> Ensayo de compresión del adobe adicionado con el 15% de emulsión asfáltica .....	66
<b>Figura 25.</b> Ensayo de flexión del adobe patrón .....	67
<b>Figura 26.</b> Ensayo de flexión del adobe adicionado con el 5% de emulsión asfáltica .....	70
<b>Figura 27.</b> Ensayo de flexión del adobe adicionado con el 10% de emulsión asfáltica .....	71
<b>Figura 28.</b> Ensayo de flexión del adobe adicionado con el 15% de emulsión asfáltica .....	72
<b>Figura 29.</b> Resultados de los ensayos de resistencia a flexión del adobe patrón y adobe estabilizado con emulsión asfáltica.....	72
<b>Figura 30.</b> Ensayo de absorción del adobe adicionado con el 5% de emulsión asfáltica... ..	74
<b>Figura 31.</b> Ensayo de absorción del adobe adicionado con el 10% de emulsión asfáltica .....	75
<b>Figura 32.</b> Ensayo de absorción del adobe adicionado con el 15% de emulsión asfáltica .....	76
<b>Figura 33.</b> Resultados de los ensayos de absorción del adobe patrón y adobe estabilizado con emulsión asfáltica.....	77

## Resumen

La investigación tiene como objetivo general evaluar las propiedades físico mecánicas del adobe tradicional frente al adobe estabilizado con emulsión asfáltica, Centro Poblado Sihue, Ayacucho, 2021. Se analizó resultados en un primer momento sobre las características y propiedades del tipo de suelo extraídos de una cantera elegida de suelo, donde se determinó mediante ensayo que pertenece al grupo arcilla-arenoso. Se desarrollo una cantidad de 48 unidades de adobe como muestra de forma rectangular alargada de 30cmx15cmx12cm y de forma cúbica de 12cmx12cmx12cm, en la elaboración de los adobes se le añadió emulsión asfáltica en un 5%, 10% y 15% respectivamente de esta manera se elaboraron con diferencia del adobe patrón, del mismo modo se desarrolló diferentes ensayos tales como la resistencia a compresión donde se obtuvo un valor de 7.40 kg/cm<sup>2</sup>, resistencia a flexión un valor de 4.97 kg/cm<sup>2</sup> y el porcentaje de absorción de agua en donde se obtuvo un resultado muy favorable de 5.71%, todos estos valores se obtuvieron después de los 28 días de secado como detalla la Norma E-0.80; se deduce en relación a compresión se obtiene una mejora en un 25%, flexión en un 5% y absorción en un 50%. En cuento a la incorporación de la emulsión asfáltica disminuye muy favorablemente la absorción de agua hacia los adobes esto hace que las propiedades del adobe sean más resistentes a la humedad a diferencia del diseño tradicional.

**Palabras clave:** Propiedades mecánicas, adobe estabilizado, emulsión asfáltica, adobe patrón, arcilla.



## Abstract

The general objective of the research is to evaluate the physical-mechanical properties of traditional adobe compared to adobe stabilized with asphalt emulsion, Centro Poblado Sihue, Ayacucho, 2021. Initially, results were analyzed on the characteristics and properties of the type of soil extracted from a quarry chosen from soil, where it was determined by testing that it belongs to the clay-sandy group. A quantity of 48 units of adobe was developed as a sample of an elongated rectangular shape of 30cmx15cmx12cm and a cubic shape of 12cmx12cmx12cm, in the elaboration of the adobe asphalt emulsion was added in 5%, 10% and 15% respectively. elaborated differently from the standard adobe, in the same way different tests were developed such as the compressive strength where a value of 7.40 kg / cm<sup>2</sup> was obtained, flexural strength a value of 4.97 kg / cm<sup>2</sup> and the percentage of water absorption where A very favorable result of 5.71% was obtained, all these values were obtained after 28 days of drying as detailed in Standard E-0.80; It is deduced in relation to compression, an improvement is obtained by 25%, flexion by 5% and absorption by 50%. As for the incorporation of the asphalt emulsion, the absorption of water towards the adobe decreases very favorably, this makes the adobe properties more resistant to humidity, unlike the traditional design.

**Keywords:** Mechanical properties, stabilized adobe, asphalt emulsion, pattern adobe, clay.

## I. INTRODUCCIÓN

Perú es un escenario de múltiples peligros y desastres naturales, esto a consecuencia a su difícil y complicada formación geodinámica y geológica que está relacionada a las múltiples conformaciones topográficas y morfológicas lo cual repercute considerablemente en la variación climatológica que presenta nuestro territorio. Debido al aumento de las temperaturas a causa del cambio climático global, nuestro país ha ido presentando incrementos de desastres naturales que son cada vez potencialmente más destructores y devastadores. Perú se encuentra dentro de 2 zonas altamente sísmicas conocidas como la zona de subducción de placas tectónicas, Sudamericana (continental) y de Nazca (submarina), estas 2 regiones interaccionan y se origina un proceso llamado subducción generando fricciones donde se origina energías que son liberadas de manera violenta de modo de sismos.

Actualmente existe la posibilidad de disponer de nuevos modelos y técnicas de cálculos más cuantitativas para la valoración de los peligros sísmicos, y así determinar en un tiempo récord la prevención de eventos sísmicos al incremento de las estaciones sísmicas que integran las redes de monitoreo local y regional. Cabe señalar que los sismos pueden generar tsunamis en las zonas costeras, de la misma forma ocurren en la Cordillera de los Andes que comprende las regiones de Amazonas, San Martín y se extiende por las regiones del sur del Perú, Arequipa, Ayacucho, Cusco, Apurímac y Puno; donde en gran medida las viviendas son construidas con adobe tradicional lo que hace que las viviendas sean muy propensas y vulnerables a presentar fallas en eventuales actividades sísmicas o en fenómenos naturales.

Por medio de un estudio histórico se pudo comprobar que en el Perú las viviendas hechas con adobe remontan desde épocas muy antiguas, muchas construcciones con este material han permanecido en el pasar del tiempo, entre las cuales tenemos a la Ciudadela de Chan Chan, denominada como “La ciudad de barro más grande de América”, también tenemos a la Ciudad Sagrada de Caral, conocida como “La más antigua de América”, cuya antigüedad data de hace 5 mil años, fue construida con material de adobe por los antiguos peruanos y es catalogado como la

construcción más antigua de América construida con este material, a partir de esos tiempos, nuestros antepasados dieron uso del adobe para construir sus casas. Un informe del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) difundido en Lima, indica que hay más de 3,6 millones de viviendas en país, que equivale a un 47 % del total, están construidas de adobe tradicional, piedra y madera.

En el año 1970 la provincia de Ancash presentó un terremoto de una magnitud de 7.8 grados; y uno de los más recientes fue el de Pisco-Ica el 15 de agosto del 2007, estos dos terremotos fueron uno de los más devastadores que presentó el país a lo largo de su historia; en donde en gran medida las casas que se vieron severamente más afectados fueron construidas de material de adobe, quincha y ladrillo, el país fue mayormente afectado tanto económica y socialmente; afectando el desarrollo del país. Según INDECI, en toda la Región Ayacucho el 65% de viviendas fueron autoconstruidas con adobe, por ende, dichos adobes presentan en sus propiedades físicas y mecánicas la fragilidad, lo que hace vulnerable en caso de ocurrir cualquier fenómeno natural. Ayacucho, presenta una geografía variada y diversificada con presencia de sismos y lluvias cada año de mediana y alta intensidad, por ello la gran parte de su área regional se ve expuesto a sufrir estos efectos naturales. La mayoría de las provincias de esta región, dan uso del material de adobe tradicional y artesanal en la autoconstrucción de sus viviendas, ciertamente los más afectados son las comunidades alto andinas de Ayacucho, que con frecuencia presentan la alta presencia de humedad y ello desencadena y altera el normal desarrollo de las comunidades. El Centro poblado de Sihue, está ubicado en la Región Ayacucho, Provincia de Sucre, Distrito Paico, a una altura de 3200 m.s.n.m; cuenta con un 100% de viviendas autoconstruidas con adobe tradicional de manera artesanal, tiene una alta presencia de fenómenos naturales y climatológicos como: sismos, sequías, aluviones, huaycos, heladas, etc. debido a su ubicación geográfica; en muchos casos causan daños considerables a las unidades de adobe en temporada de lluvia a causa de la humedad esto a la vez genera negativos impactos sociales y económicos que repercuten en el desarrollo pleno de la comunidad.

Bajo los argumentos antes mencionados nace la necesidad de investigar dicha problemática, y se planteó el **problema general** de la siguiente manera ¿Qué diferencias existen en las propiedades físico mecánicas del adobe tradicional frente al adobe estabilizado con emulsión asfáltica, Centro Poblado Sihue, Ayacucho, 2021? ; Por otro lado, los **problemas específicos**: ¿De qué manera varía el porcentaje de absorción de agua de un adobe estabilizado con emulsión asfáltica frente a un adobe tradicional, Centro Poblado de Sihue, Ayacucho, 2021?; ¿ De qué manera varía la resistencia a la compresión de un adobe estabilizado con emulsión asfáltica frente a un adobe tradicional, Centro Poblado Sihue, Ayacucho, 2021?; ¿De qué manera varía la resistencia a la flexión del adobe estabilizado con emulsión asfáltica frente a un adobe tradicional, Centro Poblado Sihue, Ayacucho, 2021?.

Con respecto a las justificaciones se contó con lo siguiente, la: **Justificación metodológica** la recopilación de los datos y las técnicas del manejo de los parámetros de estudio, con carácter teórico-experimental de anteriores investigaciones se tomaron en cuenta para garantizar una operatividad de los resultados que se van a obtener en esta investigación y esto también servirá como base para las siguientes investigaciones que se relacionen a este tema de análisis. **Justificación técnica** para la investigación se realizaron estudios comparativos de las propiedades del adobe tradicional y estabilizado con adición de la emulsión asfáltica en diferentes proporciones esto permitió saber a ciencia cierta a través de ensayos las ventajas y desventajas de las unidades estudiadas para así dar uso correspondiente en los proyectos requeridos. **Justificación social**, es de suma importancia el análisis de recientes tecnologías en pro de propiciar y desarrollar una mejor calidad de las futuras edificaciones que se van a construir con adobe, entonces con el uso y la implementación de la tecnología se garantizará una mejor calidad de vida para todas las poblaciones en general, por ello es muy importante ya que formará y pasará ser un gran aporte para la formación en el análisis académico de futuros ingenieros. **Justificación científica**, esta investigación tiene el propósito aumentar la resistencia de las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional; empleando un material más idóneo y a la vez adicionando en diferentes proporciones el asfalto en la mezcla del suelo arcilloso, el cual mejora la resistencia de las propiedades del adobe con el fin de obtener mejores bloques o

especímenes de adobes y con ello proporcionen mejor sostenibilidad en el uso requerido que se van a emplear. **Justificación económica**, el costo para elaborar el adobe es muy cómodo económicamente, para el proceso de elaboración se requiere menos personal y menos tiempo eso hace que el gasto sea menor para construir una vivienda de adobe, por ello adicionando el asfalto y de conseguir resultados positivos se brindará a las comunidades de bajos recursos un material sólido, duradero, resistente a la humedad, sobre todo bienestar y seguridad. **Justificación ambiental**, el material que se utilizan para la elaboración del adobe son amigable con el medio ambiente ya que no producirá contaminación al momento de su elaboración de una nueva unidad de adobe, sino al contrario ayudara a reducirla, porque es netamente natural, renovable y limpio.

Por ello la investigación establece teorías a medida de diferentes resultados y posturas de distintos investigadores que estudiaron las propiedades físico mecánicas del adobe, de esta manera se planteó el **objetivo general**: Evaluar las propiedades físico mecánicas del adobe tradicional frente al adobe estabilizado con emulsión asfáltica, Centro Poblado Sihue, Ayacucho, 2021. Para poder obtener el objetivo general planteado, se propusieron los siguientes **objetivos específicos**: Determinar la variación del porcentaje de absorción de agua de un adobe estabilizado con emulsión asfáltica frente a un adobe tradicional, Centro Poblado de Sihue, Ayacucho, 2021; Determinar la variación de la resistencia a la compresión de un adobe estabilizado con emulsión asfáltica frente a un adobe tradicional, Centro Poblado Sihue, Ayacucho, 2021; Determinar la variación de la resistencia a la flexión del adobe estabilizado con emulsión asfáltica frente a un adobe tradicional, Centro Poblado de Sihue, Ayacucho, 2021.

Por otro lado, desea llegar a un resultado satisfactorio por ello se tiene por **hipótesis general**: El adobe estabilizado con emulsión asfáltica presenta mejores propiedades físico mecánicas frente a las unidades de adobe tradicional, en Centro Poblado Sihue, Ayacucho, 2021. En la misma medida también se cuenta con las siguientes **hipótesis específicas**: La adición de la emulsión asfáltica influye en las propiedades físicas del adobe estabilizado frente a un adobe tradicional, en Centro Poblado Sihue, Ayacucho, 2021; La incorporación de la emulsión asfáltica influye

en la resistencia a la compresión de un adobe estabilizado con respecto a un adobe tradicional, en Centro Poblado Sihue, Ayacucho, 2021; La adición de la emulsión asfáltica influye en la resistencia a la flexión de un adobe estabilizado con respecto a un adobe tradicional, en Centro Poblado Sihue, Ayacucho, 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

**Antecedentes Nacionales:** Romero y Callasi (2017), su **objetivo** principal fue la implementación de una propuesta para las muestras de adobe tradicional ante las muestras de adobe añadidas con el asfalto. Realizando una evaluación de los adobes patrón y estabilizados con el asfalto. Fue de tipo **experimental**; o. Los **resultados** que se obtuvieron fueron muy buenos porque se pudo determinar que las unidades de adobe poseen mejor resistencia y el comportamiento frente al agua resultaron ser muy favorables. De los cuales al realizar los ensayos en laboratorio el adobe tradicional presenta un promedio de 9.76 kg/cm<sup>2</sup>, en los adobes estabilizados con asfalto en porcentajes de 5% y 10% se obtuvo una resistencia promedio de 14.67 kg/cm<sup>2</sup> y 17.6 kg/cm<sup>2</sup>. En **conclusión**, en el departamento de Cusco en la localidad de Misca –Paruro la cual sufrió un sismo de 5.1 en el 2014 de los cuales ocasionó daños del mismo modo en distintas localidades en la localidad de Quispicanchis por las lluvias que se producen y ocasionan el desorden del río Huatanay dejando varias viviendas inhabitables. Motivo se desarrolló la investigación para mejorar la estabilización y la resistencia y minimizar los fenómenos naturales. Este antecedente nos ayuda a demostrar cómo actúa en la parte social a pesar de los desastres naturales ya sea por inundación de los ríos a causa de lluvias o sismos lo cual nos lleva a realizar mejores construcciones de adobe estabilizado frente a las unidades tradicionales.

Márquez (2018), tuvo como **objetivo** principal adicionar viruta de eucalipto a los bloques de adobe y evaluar los resultados. Empleó los conceptos plasmados en las Normas E .080 de diseño y construcción con suelo mejorada y E.070 albañilería; de la misma manera el diseño es **experimental** debido a que la variable independiente fue manipulada para el cumplimiento de los objetivos establecidos.

La viruta de eucalipto fue adicionada en diferentes porcentajes tales como en un 1.5%, 3.0% y 4.5% estas cantidades fueron de acuerdo al volumen seco de la muestra. Los **resultados** de las muestras de adobe dieron un aumento de resistencia a compresión con resultados siguientes de 67%, 46% y 94%, respecto al adobe patrón de 26.05 Kg/cm<sup>2</sup>, en relación al adobe estabilizado, en relación a la resistencia a la flexión, esta merma un 24% y 43% y aumenta ligeramente con respecto a la cantidad añadida de viruta de eucalipto, del mismo modo los resultados de absorción de agua de los adobes estabilizados se muestran iguales con porcentajes de 20.78%, 20.92% y 22.62%. Por lo tanto, cabe mencionar que para elaborar un adobe reforzado y estabilizado es recomendable el uso de la viruta. En **conclusión**, la estabilización del adobe patrón frente a un adobe mejorado con viruta de eucalipto llega a tener una buena estabilización con respecto a los resultados proporcionados del laboratorio.

Según Tapia y Huancachoque (2016), tuvo como **objetivo** principal evaluar las características de los especímenes de los adobes elaborados con la norma E.080, adicionando el producto del mucílago de gigantón. Fue de tipo **experimental** ; se realizaron diferentes ensayos tales como de resistencia y absorción de agua de los especímenes de adobe, con ello se comparó los **resultados** con el adobe artesanal o tradicional elaboradas en cusco, entre los objetivos específicos de la investigación fue, determinar las propiedades físicas del adobe patrón, las deformaciones de los adobes patrón y las muestras de los 5 adobes de acuerdo que nos indica la norma, adicionando en varias proporciones de gigantón, evaluar y comparar los resultados procesados de la resistencia adicionando gigantón en las muestras a estudiar, determinar el porcentaje de humedad en al adobe patrón y adobe desarrollado según indica la norma, **concluyó** que: Las hipótesis que se plantearon en un principio se lograron demostrar que el adobe elaborado como detalla la normativa agregando el gigantón a los adobes tradicionales dan mejores resultados en los ensayos de resistencia y comprensión. Con ello se determinó que los adobes tradicionales elaborados de forma tradicional, no llegan a alcanzar con las propiedades mínimas establecidas según la normativa, ya los adobes son construidos construyen según su criterio cada una de las personas, así se logra

demostrar la hipótesis planteada. Los adobes desarrollados adicionando gigantón dan mejores resultados, brindando también una menor deformación de los adobes ya que son mínimas comparado con el adobe patrón.

Bolaños (2016), su **objetivo** general fue comparar las propiedades físicas del adobe patrón e incorporando goma de tuna en varias proporciones a los especímenes de adobe. Fue de tipo **cuasi-experimental**. Los objetivos específicos fueron reconocer y clasificar los elementos en la elaboración de los bloques de adobe estabilizado con goma de tuna. Los **resultados** adquiridos en los diferentes ensayos y en los estudios de suelo mediante el análisis granulométrico y límite de consistencia se llegaron a valores positivos como a los 29.21 kg/cm<sup>2</sup> según la clasificación SUCS, del grupo arena arcillosa, y es un material apto para consideraren la construcción de los abobes. **Concluyó** demostrando exitosamente sus hipótesis planteadas, que agregándole la goma de tuna en diferentes cantidades como es al 5, 10 y 15% se mejora considerablemente las diferentes propiedades de los adobes.

Hurtado (2018), tiene como **objetivo** general evaluar las unidades de adobe incorporando el aserrín y las hojas de pino en un 2% y 3% y 5%. Fue de tipo **experimental**. De la misma manera se desarrollaron ensayos de resistencia a compresión, flexión asimismo la capacidad de succión de agua, se elaboraron 120 muestras de los bloques de adobe patrón y las unidades de adobe estabilizado con las hojas de pino en los porcentajes de 2% y 3% y 5%. Los **resultados** obtenidos con respecto a la resistencia a compresión estabilizada fueron de 10.54kg/cm<sup>2</sup> y 13,17 kg/cm<sup>2</sup>. **En conclusión**, el adobe mantiene la capacidad a succión de agua, siendo el adobe con adición del 2% de las hojas de pino llegó a incrementar en un 36.60% su capacidad de succión con respecto al adobe tradicional.

**Antecedentes Internacionales:** Torres (2017), su **objetivo** principal fue evaluar un modelo de vivienda social emergente con adobe incorporando asfalto en zonas riesgosas en caso de erupción volcánica Latacunga - Girona. Fue de tipo **experimental**. Se llegó a resultados como; que los adobes estabilizados con asfalto



manifestaron una resistencia a compresión muy baja, ya que en los ensayos de laboratorio de compresión y flexión se sometieron los adobe a temperaturas muy altas y el asfalto sufre variaciones en sus propiedades lo cual no ayudó en obtener resultados aceptables. **Concluyó** que en las viviendas de peligro en zonas de erupciones volcánicas el uso del asfalto en la estabilización de adobes no es apto o recomendable ya que la capacidad de resistencia suele disminuir cuando el adobe estabilizado es sometido a temperaturas altas de calor.

Musuline (2017), tuvo como **objetivo** general determinar la resistencia del adobe reforzado con cal añadido en varias porciones de 5%, 10%, 15% y 20% y evaluar en los ensayos de compresión y flexión. Fue de tipo **experimental**; se llegó a distintos **resultados**; la incorporación de cal en el adobe patrón brindó resultados positivos, mejorando así la resistencia a compresión, flexión y absorción, cabe indicar que después de realizar comparaciones en los ensayos del adobe patrón y el adobe estabilizado; la resistencia a la compresión se determinó a los 28 días en un 100% y mientras el adobe patrón oscila en un 90 a 100%. Se llegó a la **conclusión** que con un adobe estabilizado con cal nos brinda alta resistencia en sus propiedades físicas y mecánicas además de ello incorporando este tipo de material podemos dar uso en un tiempo menor de lo adecuado facilitando el secado y dando un uso más pronto para diferentes requerimientos.

Llumitasig y Siza (2017), su **objetivo** principal fue comparar la compresión en el adobe patrón y adicionando varios agregados como estiércol de vaca, savia de tuna, sangre de toro y paja. Fue de tipo **experimental**; entre los objetivos específicos fueron demostrar una mejora del adobe patrón incorporando, savia de penca de tuna estiércol de vaca, paja y sangre de toro, realizar y someter a ensayos de resistencia a la flexión y compresión. **Resultados**, los especímenes patrones que se elaboraron con suelo de cantera, de un periodo de los 30 días llegaron a una resistencia inicial de compresión de 9.84kg/cm<sup>2</sup>, mientras los adobes que se elaboraron adicionando paja tuvo una resistencia a la compresión a los 30 días de 10.8kg/cm<sup>2</sup> con una diferencia de resistencia mayor, en ese mismo sentido los adobes con estiércol llegó tener una resistencia a la compresión de 10.21kg/cm<sup>2</sup>

después de los 30 días y agregándole sangre de toro al adobe tiene una resistencia a la compresión de 10.36 kg/cm<sup>2</sup> a los 30 días. **Concluyó** que los bloques de adobe que contenían los tres productos que se añadieron tuvieron una mejor resistencia a las pruebas de compresión y más no a los ensayos de absorción. Se demuestra también que añadiendo los materiales mencionados al adobe patrón y reforzado con mallas presentan mejores propiedades a la compresión del bloque de adobe.

Aguilar y Quezada (2017), su **objetivo** principal fue analizar y establecer las características físicas y mecánicas de las muestras del adobe tradicional. Fue de tipo **experimental**; los resultados, indicaron que el adobe tradicional no alcanza una resistencia más de 10.20 kg/cm<sup>2</sup>, por ende su uso de los bloques de adobe patrón será para estructuras no mayores de 3 pisos; se **concluyó**, que hay una relación en la buena calidad de las propiedades del adobes patrón, según los ensayos físicos como el comportamiento mecánico; se llegaron a evidenciar en las edificaciones y en las fábricas de adoberas, nos detalla que en edificaciones altas el adobe suele presentar fallas, presentan los módulos de elasticidad mayores, por ello que el módulo elástico proporciona a la deformación; por ello es de mucha importancia compactar de manera uniforme los bloques al momento del proceso de fabricación, en el proceso de secado se originan poros y al aplicarse la carga de la compresión, la deformación será alta y la resistencia bajara en su capacidad de rotura.

Queiroz (2016), tuvo como **objetivo** específico evaluar los resultados de la adición y combinación de la viruta de Cedro en los bloques adobe tradicional y mejorado; las informaciones dadas por el laboratorio fueron procesadas en gabinete con los respectivos y diferentes programas de estudio. Fue de tipo **experimental**. Los **resultados** que se originaron mediante los ensayos en el laboratorio de acuerdo a los porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5% de adición de viruta. Se logró una resistencia a la compresión y flexión de 18.06 kg/cm<sup>2</sup> y 12,48 kg/cm<sup>2</sup> y con respecto a las propiedades físicas los resultados de los ensayos del adobe tradicional fueron, el porcentaje de absorción de agua con los porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5% se obtuvo un resultado de 19.36%, 20.15% y 20.95%. Los adobes mejorados con la

viruta de cedro lograron como resultado 16.99%, 17.75% y 18.35%. En **conclusión**, los porcentajes de adición de la viruta y aserrín es favorable en la estabilidad del adobe.

**Teorías relacionadas, adobe**, es un bloque macizo de suelo in situ, que puede incluir paja u otro tipo de material con la finalidad de mejorar su resistencia y durabilidad ante la humedad u otro cualquier agente externo que pueda influir en la disminución de su resistencia inicial. (Norma Técnica Peruana E-080 - Adobe, 2014). Los elementos del suelo crudo para la elaboración del adobe, incluye un suelo arenoso y alguna parte de arcillosa, estos dos materiales al mezclarse con agua pura, sus dimensiones oscilan entre 40 a 55 cm de longitud, 20 a 30 cm de ancho y 10 a 15 cm de espesor. La proporción del suelo arcilloso oscila entre 15% a 17% y la tierra no debe incluir materia orgánica, ni sales minerales. Las **Propiedades del adobe**, son muy buenas para emplear en los muros de las viviendas ya que contiene buenas propiedades mecánicas, térmicas y acústicas en su interior. Los adobes hechos de suelo se caracterizan por su demora para presentar una temperatura cálida en sus bloques y enfriarse, esto debido a su proceso de elaboración ya que los bloques suelen ser voluminosos, muchas de estas casas de adobe suelen ser abrigadoras durante las noches frías debido a que en transcurso del día soleado los adobes van adquiriendo la resistencia requerida; en el día soleado contrariamente estas viviendas de adobe permanecen frescas. Estas buenas características del adobe es amigable con la naturaleza reducen calentar o refrigerar los ambientes de una vivienda. (De la peña Estrada, 2017).

**Componentes del adobe**, para la elaboración de los bloques de adobe se requiere un suelo fino arcilloso y a la vez un suelo arenoso donde en la mezcla propague con más presencia el suelo arcilloso de esa manera se cumpla la relación arcilla-arena, de la misma forma la adición adecuada del agua en la mezcla. La presencia de un suelo arcilloso es fundamental en la obtención de bloque de adobe, con ello el adobe brindara un comportamiento óptimo ya que este tipo de material proporciona resistencia a las propiedades mecánicas y físicas del adobe y si no posee estos componentes los adobes sufrirán fisuras y rajaduras durante el tiempo de secado y

será un material no adecuado para emplear en los muros de las construcciones. (De la peña Estrada, 2017).

Las **características de un adobe sismo resistentes**; una casa ejecutada con adobe sismo resistente puede soportar un evento sísmico, esto va a depender de la ubicación de la vivienda, si está en una zona segura o de alto riesgo, para su cimentación, todo terreno para construir una vivienda debe ser con características geológicas convenientes como el suelo rocoso y gravoso. Cuando un terreno presenta inclinaciones o desniveles por naturaleza se recomienda ejecutar o desarrollar una base de rocas, para poder evitar posibles deslizamientos o huaycos que puedan dañar las estructuras de las casas con adobe. Los adobes de 40 cm de ancho tendrán, muros portantes de 4 m de largo como máximo, una pared de 2.4 m de alto y los vanos de 1.20 m como indica la norma.

El **adobe tradicional** según el instituto de desarrollo constructivo en la región de Ayacucho menciona al adobe patrón como una unidad de suelo sin cocer, elaborado de manera ancestral y tradicional con suelo, agua y paja.

Según Romero y Callasi, define como es unos especímenes macizos de tierra y paja elaborados de forma artesanal, fabricadas sin alguna supervisión en la elaboración en el uso de los materiales de adobe que se utilizan en las construcciones, (2017, p. 67). Hasta hoy día se sigue desarrollando unidades de adobe de forma tradicional y artesanal, pero se han ido realizando investigaciones de mejora para las propiedades iniciales del adobe patrón, con diferentes productos estabilizadores; lo cuales se le incorporan diversas proporciones con la finalidad de brindar una mayor resistencia y durabilidad a los bloques de adobe para su uso requerido. (Gutiérrez y Santiago, 2018).

**Adobe compactado**, según Bestraten, Hormías, & Altemir, 2015; los bloques de tierra compactados de forma prismática, dado forma al suelo húmedo que se elaboran con moldes metálicos o de madera. Optando como su principal materia prima el suelo previamente escogido y seleccionado para ser comprimida al interior de un molde especialmente diseñado, en el periodo del secado su resistencia mecánica irá en aumento. Para este tipo de adobes las mezclas de barro suelen

ser añadidas con diferentes estabilizantes como cal, cemento, etc. Los adobes estabilizados se desarrollan como una propuesta de seguir dando uso de la tierra como un material alternativo en la ejecución de las viviendas, esto a que posee mejores propiedades mecánicas. (Morales, Ortiz, & Alavéz, 2017).

**Propiedad mecánica**, es la capacidad de resistencia de los bloques de adobe, esta resistencia dependerá de la granulometría del suelo que se va emplear, su grado de compactación al momento de transmitir fuerza en los moldes y también dependerá del porcentaje de contenido de humedad que presente la masa de barro esta resistencia se alcanza por la compactación que se da al momento de elaborar. Las **propiedades físicas**, se ven en el comportamiento que tiene los adobes desde el momento de su elaboración, las variaciones que sufre en sus dimensiones como, el alabeo, fisuras, rajaduras que presenta cada espécimen del adobe.

El **asfalto**, es un producto bituminoso de color negro, que es procesado especialmente del petróleo, su uso generalmente se da como un aglomerante de diversas combinaciones para la construcción de diversas obras de pavimentación, es un tipo de material que presenta bastante capacidad de juntar y adherir de diversos fragmentos de diversos tipos de materiales. Argamasa sólida y uniforme de hidrocarburos y de minerales que en gran medida es utilizada en la construcción de pavimentos en redes viales.

Rodríguez, Castaño y Martínez indican que: el asfalto es un tipo de material denominado termoplásticos, desde un punto de vista químico, este tipo de material es originado de la descomposición de los restos, y es obtenido mediante el proceso de la refinación del petróleo crudo (oro negro), es un producto de bastante valor para las industrias por sus características resistentes, adhesividad, impermeabilidad y tenacidad, a la vez por su costo barato. (2019, p. 3).

**Emulsión asfáltica**, según el Manual de Especificaciones Técnicas para la Construcción de Pavimento (METCPF); define a la emulsión como un producto bituminoso; que al mezclarse con cualquier tipo de material pétreo genera una cierta inestabilidad ocasionado pequeña brecha de reacciones químicas y naturales; este maravilloso producto puede ser utilizado como imprimante asfáltico de arena con asfalto, etc., (2013, p. 188).

**Propiedad química de asfalto;** Higuera, Camargo y Suárez indican que: “Normalmente el asfalto es mezclado por diversos hidrocarburos y de baja presencia en la combinación del nitrógeno, azufre”, (2015, Vol. 19). Según, Galván; **las propiedades físicas del asfalto** son; **la durabilidad**, es la condición retenerse en sus propiedades por un determinado tiempo; esto dependerá mucho del comportamiento del pavimento según su uso, es decir esto dependerá mucho del diseño; **Adhesión y cohesión**, es proceso de pegarse al asfalto a la combinación de la carpeta asfáltica de un pavimento. Y la Cohesión es la técnica de la emulsión asfáltica de la capacidad de sostenerse establemente en las combinaciones de una pavimentación; **susceptibilidad a la temperatura**, generalmente todos los asfaltos son termoplásticos, con por ello se convierten en materias compacto y sólido cuando su temperatura baja al nivel 0 grados, y su comportamiento flexible cuando su temperatura suele a incrementar, (2015, p. 35). **Adobe estabilizado con asfalto**, es la adición del asfalto a las propiedades de mezcla de un adobe tradicional esta adición puede ser en diferentes porcentajes según sea conveniente a cada trabajo requerido que se va dar uso el dicho material y lógicamente las propiedades físico químicas del adobe variaran en sus respectivos valores de resistencia y comportamiento.

El **suelo** es comprendido por la presencia de diferentes minerales, de materia orgánica, pequeñísimos organismos vegetales y animales, oxígeno y líquido. Formado muy lentamente como una delgada capa, mediante un proceso de desintegración de rocas y los efectos ambientales a través de miles de años. La flora y fauna que se desarrollan y dejan de existir sobre el suelo al pasar el tiempo son desintegrados por los pequeños microorganismos, convertidos en materia orgánica y combinados con el suelo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015).

**La granulometría**, es la clasificación y determinación de diversas pequeñas partículas de suelo según el tamaño y tipo. Para su clasificación de acuerdo a la norma se utilizan tamices con dimensiones ya establecidas con la gradación correspondiente; N°4, 8, 16, 30, 50 y 100. **Ensayo para el análisis granulométrico**, radica en la resolución cuantitativa de repartir los diferentes tipos y dimensiones de las partículas de la tierra que se requiere estudiar. La lista de las partículas medianamente mayores de 75µm serán retenidos en los moldes

circulares o también conocido como el, (tamiz N°200) este análisis y clasificación se desarrolla con el tamizado correspondiente del suelo escogido, mientras tanto para la determinación de partículas de menor a los 75µm se analizan mediante un proceso denominado la de sedimentación relacionada a la Ley de Stokes (Norma Técnica Peruana 339.128, 2014). Los tamices tienen en su interior una malla cuadrada de acuerdo a las normas ASTM y el juego completo de estos instrumentos de laboratorio se requiere para realizar el análisis granulométrico y comprende lo siguientes:

**Tabla 1.** *Juego de tamices.*

<b>TAMICES</b>	<b>DESIGNACIÓN ASTM</b>
75.0 mm	( 3 pulg )
50.0 mm	(2 pulg )
37.5 mm	( 1 ½ pulg )
25.0 mm	( 1 pulg )
19.0 mm	( ¾ pulg )
9.5 mm	( 3/8 pulg )
4.75 mm	( N° 4 )
2.00 mm	( N° 10 )
850 µm	( N° 20 )
425 µm	( N° 40 )
250 µm	( N° 60 )
106 µm	( N° 140 )
75 µm	( N° 200 )

**Fuente:** Norma Técnica Peruana 339.128, 2014.

Inicialmente la tierra escogida se repartía en 3 o 4 fracciones distintas esto a consecuencia a lo difícil que son las pruebas y procedimientos que se dispone para heterogenizar o separar el suelo por diferentes tamaños.

- a) Clasificación Internacional.  
Creada y estudiada en Suecia.

<b>Tamaño en mm</b>				
2.0	0.2	0.02	0.002	0.0002
<b>Arena Gruesa</b>	<b>Arena Fina</b>	<b>Limo</b>	<b>Arcilla</b>	<b>Ultra Arcilla ( coloides)</b>

**Fuente:** Juárez & Rico, 2015.

- b) Clasificación M.I.T Estudiada y comprobada por G. Gilboy y la investigación fue acogida por el Massachusetts Institute of Technology.

<b>Tamaño en mm</b>								
2.0	0.6	0.2	0.06	0.02	0.006	0.002	0.0006	0.002
Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina
<b>ARENA</b>			<b>LIMO</b>			<b>ARCILLA</b>		

**Fuente:** Juárez & Rico, 2015.

**Arcilla**, proviene de un material rocoso descompuesta a lo largo del tiempo contienen feldespato, como el granito del mismo modo presentan varias coloraciones, e impurezas y presenta diversas variedades de colores. Según Álvaro, Darghan y Leiva define que: la arcilla tiene usualmente una característica laminar hexagonal y cristalinas, en diversas capas que están generalmente conformados en relación a su núcleo de silicio o aluminio, (2016, Vol. 40). Según Matus Francisco; **limo, arena y grava**, son particularmente diversas a propiedades



de la arcilla. Estas están conformadas o integradas de materias rocosa desintegradas en el tiempo por la propia naturaleza, de diversas formas y tipos, (2016, Vol. 34).

**Clasificación unificada de suelo**, según; Arturo Casagrande; suelos finos y gruesos se caracterizan por sus dimensiones y sus particularidades esto determinaremos en el tamiz de malla, Nro. 200, si el suelo para dicha malla será suelo fino y si al contrario el suelo quede retenido es denominado suelo grueso, (2014, p. 49).

**Suelo grueso**, se clasifican en arenas y gravas; se separan con el tamiz de malla Nro. 4, de este proceso el suelo corresponderá al grupo G, si resulta pasar dicho tamiz mayor al 50% de su peso de porción gruesa queda retenido en el tamiz de malla Nro. 4 y pertenecerá al grupo S, es decir la grava y la arcilla se separan en 4 partes, (2014, Vol.5). **Suelo fino**, comprende 2 grupos; limo y arcilla inorgánico, limo y arcilla orgánicos, estos suelos se clasifican particularmente a cada grupo según el resultado del  $LI = 50\%$ , si este límite líquido de suelo es menor a 50 insertar al símbolo general la letra L. Mayor a 50 se le pone la letra H. (Norma Técnica Peruana 339.134, 2014).

**Tabla 2. Clasificación SUCS (a).**

<b>SISTEMA DE CLASIFICACIÓN SUCS</b>			
FINOS ( >50% pasa por 0.075 mm)			
Tipo de Suelo	Símbolo	Limite Líquido wl	Índice de Plasticidad IP
Limos Orgánicos	ML	<50	$<0.73(wl-20)$ ó $<4$
	MH	>50	$<0.73 (wl - 20)$
Arcillas Inorgánicas	CL	<50	$>0.73(wl-20)$ y $> 7$
	CH	>50	$> 0.73 (wl-20)$
Limos o Arcillas Inorgánicas	OL	<50	**wl seco al horno >75% del wl seco al aire
	OH	>50	
Altamente Orgánicos	P1	Materia orgánica fibrosa se carboniza, se quema o se pone incandescente	
Si $IP = 0.73 (wl - 20)$ ó si IP entre 4 y 7 E $IP > 0.73 (wl - 20)$ , usar símbolo doble			

**Fuente:** Norma Técnica Peruana 339.134, 2014.

**Tabla 3. Clasificación SUCS (b).**

<b>SISTEMA DE CLASIFICACIÓN SUCS</b>						
<b>GRUESOS (&lt;50% pasa por 0.075 mm)</b>						
Tipo de Suelo	Símbolo	% Ret mm	% Pasa 0.075 mm	CU	CC	**IP
Gravas	GW	>50% de lo Ret. En 0.075mm	<5	>4	1 a 3	
	GP			>6	<1 ó > 3	
	GM		>12			<0.73 (wl-20) ó < 4
	GC					<0.73 (wl-20) y > 7
Arenas	SW	<50% de lo Ret. en 0.075 mm	<5	>6		
	SP			<6		
	SM		>12			<0.73 (wl-20) ó < 4
	SC					<0.73 (wl-20) y > 7
*Entre 5 y 12% usar símbolo doble como GW-GC,GP-GM,SW-SM,SP-SC						
**Si IP= 0.73 ( wl-20) ó si IP entre 4 y 7 e IP>0.73(wl-20), Usar símbolo doble: GM-GC, SM-SC						
En casos dudosos favorecer clasificación menos plástica. Ej: GW-GM en vez de GW-GC.						
$CU = \frac{\phi_{60}}{\phi_{10}}$				$CU = \frac{\phi_{30}^2}{\phi_{60} \cdot \phi_{10}}$		

**Fuente:** Norma Técnica Peruana 339.134, 2014.

**Contenido de humedad;** las propiedades físicas de la tierra son de mucha importancia, al momento de emplear en la edificación de viviendas materiales hechas de barro como el adobe, sus calidades en sus propiedades se obtienen de una forma fácil, ya que las propiedades y la resistencia del suelo para construir vivienda están regidos, por el gran porcentaje de agua que poseen. El suelo a emplear en la elaboración de adobes se le determina la relación que existe del peso del agua ( $W_w$ ) contenida en la muestra y el peso de su fase sólida ( $w_s$ ), estos resultados se expresan en porcentajes (Juárez & rico, 2014).

**Fórmula 1.** Contenido de humedad

$$W (\%) = W_w / W_s * 100 \dots\dots\dots (1)$$

**Fuente:** ASTM C566-97, 2014.

Donde:

$W_w$  = Peso del agua contenida en los especímenes.

$W_s$  = Peso de su fase sólida.

**Límites de Atterberg: Límites de Plasticidad,** Juárez & Rico, 2005; indican que para poder dimensionar o medir los límites de plasticidad del suelo arcilloso se crearon diversos criterios, dentro de los cuales existe solo una, esto se debe a que Atterberg realizó y opto por ver que, al primer momento, el límite de plasticidad en el suelo no resultaba ser una propiedad propia en los suelos arcilloso, si no su presencia era y dependía bastante de la presencia del agua en el suelo. **Limite líquido (LL),** Alviz, Vergara y Villegas detallan en relación a los límites líquidos y mencionan, que el porcentaje del contenido de humedad del suelo se determina en término entre los dos estados que se demostraron según los estudios que son el estado líquido y plástico. (2013, p. 130- 135).

**Fórmula 2.** Límite Líquido (a)

$$LLn = Wn * \frac{N}{25} * 0121 \dots\dots\dots (2)$$

**Fórmula 3. Límite Líquido (b)**

$$LL_n = k * W_n \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

LL<sub>n</sub> = Límite líquido (%).

W<sub>n</sub> =Contenido de agua (%).

N=Número de golpes.

k=Factor de límite líquido dado en la tabla 2.

**Tabla 4. Valor de Factor de Límite Líquido (k).**

<b>N</b>	<b>K</b>
(Número de Golpes)	(Factor de Límite Líquido)
20	0.973
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.9995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

**Fuente:** ASTM D 4318-84, 2015.

**Límite plástico** se obtiene en porcentajes, de esta forma determinaremos si el suelo se encuentra en su estado plásticos y semisólido; de modo que la mezcla de la tierra puede estar rolando en forma de hilos de 3.2 mm, no llegando a presentar fisuras o rajaduras en pequeñas porciones, (2016, Vol. 16). **Índice de plasticidad (IP)**, es la diferencia del límite líquido (% LL) y plástico (% LP), (, 2015).

**Fórmula 4.** Índice de Plasticidad

$$IP = LL - PL \dots\dots\dots (4)$$

**Fuente:** ASTM D 4318-84, 2015

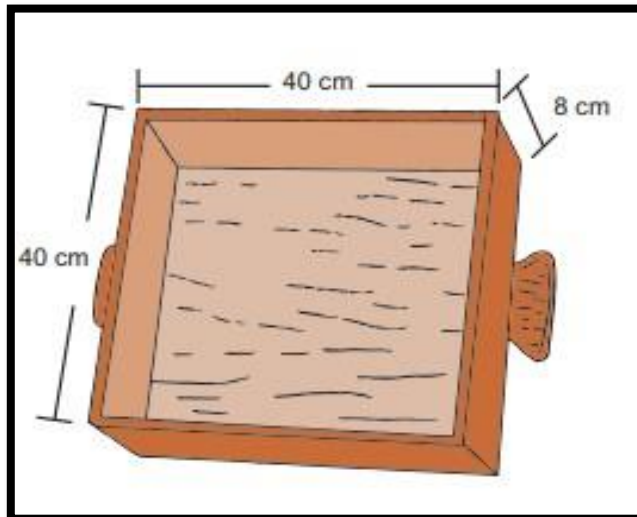
Dónde:

LL= Límite líquido (enteros)

PL= Límite Plástico (enteros)

**Dimensiones y formas del adobe,** Las dimensiones de los bloques del adobe varían de acuerdo al uso que se va a dar, estos especímenes pueden tener formas cuadradas, rectangulares y cúbicas con ángulos de 90° a la vez sus diferentes dimensiones deben estar sujetas a las indicaciones por el RNE que detalla en la noma E-0.80; a) los especímenes de barro de forma rectangular el largo debe ser el doble del ancho del bloque. b) La proporción dimensional del largo y altura debe ser en relación de 4 a 1. c) Lo recomendable para todo tipo de adobes es que la altura debe ser como mínimo de 8 cm a más no menor a esta indicación. RNE, E-080, (2014).

**Figura 1.** Molde para elaboraciones adobe.



**Fuente:** Manual de construcción MVCS,2014.

## **Preparación del barro**

El RNE, menciona, primero se selecciona el material que es el suelo y mediante un ensayo in situ se determina si la tierra cruda es conveniente o no para la elaboración de los adobes y ello debe oscilar entre los tamaños de 5 mm y entre distintos materiales raros. Una vez ya seleccionado el material humedecer adicionando agua al suelo arcilloso y dejar reposar por unos 24 horas para que el suelo alcance la humedad requerido y que la mezcla será uniforme, y al pasar ese determinado tiempo ya se pasa a elaborar los adobes en los moldes o adoberas en dimensiones previamente ya establecidas para cada requerimiento y según la norma E-080, se le debe adicionar en un 20% de paja natural a la mezcla, una vez ya preparado y elaborado los adobes deberán secar por un periodo de 28 días bajo un tendal para evitar fisuras y rajaduras de esa manera los adobes llegaran a su resistencia requerida y estar listos para su uso en las diferentes construcciones, (2015, art. 4).

**Agua**, según el Manual de Construcción en Tierra; los líquidos son de enorme importancia en la elaboración de mezclas para los adobes, esto nos ayuda para poder mezclar los materiales a utilizar en el proceso de fabricación, (2018, p. 23).

El moldeo de los adobes se realizan con una mezcla húmeda del barro con material arcilloso en moldes con fondo, estos pueden ser de madera cepillada y uniforme de buena calidad, este proceso se da de manera tradicional, una vez que la mezcla es lanzada al molde se le comprime para tener uniformidad, eso hace que el bloque tome forma a la vez consistencia una vez terminada este proceso se separa el molde de madera con ello se da las formas de los especímenes de diversas formas para su posterior secado, otra manera de elaborar los adobes son el empleo de máquinas metálicas con diferentes dimensiones conocidas como CINVAS, lo cual hace que se elaboren adobes con diferentes medidas de moldes de manera rápiday en más cantidad en menor tiempo.

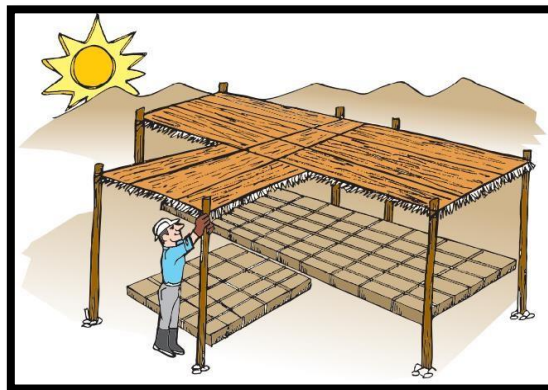
**Figura 2.** Incorporación de la mezcla al molde.



**Fuente:** Manual de construcción MVCS, 2014.

**Secado y almacenamiento**, para el proceso de secado de los especímenes de adobe se habilitan espacios planos, libre de desechos, sales, en general un espacio limpio sin presencia de cualquier animal u objeto que pueda dañar su normal desarrollo del secado de los adobes. También es recomendable en áreas muy soleadas o lluviosas realizar un techado del área de secado para evitar rajaduras o fisuras que puedan dañar su consistencia de los adobes, una vez oreado los bloques y que hayan perdido suficiente humedad a los 4 o 5 días ya se le ponen de costado para un mejor secado y al cabo de una semana se realiza limpieza y apelaciones con el fin uniformizar algunas impurezas en sus formas iniciales. (Morales, 2000).

**Figura 3.** Proceso de secado de los adobes.



**Fuente:** Manual de construcción MVCS, 2014.



**Ensayo de Proctor modificado**, este proceso de compactación se lleva a cabo en un laboratorio especializado con el fin de conocer la relación que se origina tanto del contenido de humedad, densidad de suelos y mezclas; al momento de que se realizan estos procedimientos las mezclas se compactan en un molde de medidas normadas; con un martillo que pesa 4.54 kg (10 lb) es soltado de una altura de 457 mm (18 pulg). Procedimiento para poder determinar el contenido óptimo de agua y el peso unitario seco máximo:

**Fórmula 5.** Densidad Húmeda

$$\rho_m = \frac{(M_t - M_{md})}{1000 * V} \dots\dots (5)$$

**Fuente:** ASTM D1557-78, 2015.

Donde:

$\rho_m$  = Densidad Húmeda del espécimen compactado (Mg/m<sup>3</sup>)  
 $M_t$  = Masa del espécimen húmedo y molde (kg)

$M_{md}$  = Masa del molde de compactación (kg)

$V$  = Volumen del molde de compactación (m<sup>3</sup>)

**Fórmula 6.** Densidad seca

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{w}{100}} \dots\dots\dots (6)$$

**Fuente:** ASTM D1557-78, 2015.

Donde:

$\rho_d$  = Densidad seca del espécimen compactado (Mg/m<sup>3</sup>)

$W$  = contenido de agua (%)

**Fórmula 7.** Contenido de agua.

$$W_{sat} = \frac{(\gamma_w)(G_s) - \gamma_d}{(\gamma_d)(G_s)} * 100 \dots\dots\dots (7)$$

**Fuente:** ASTM D1557-78, 2015.

Donde:

$W_{sat}$  = Contenido de agua para una saturación completa (%).

$\gamma_w$  = Peso unitario del agua 62,43 lbf/ pie 3 o (9,807 kN/m<sup>3</sup>).

$\gamma_d$  = Peso unitario seco del suelo.

$G_s$  = Gravedad específica del suelo.

**Propiedades mecánicas**, es la capacidad de resistencia admisible de los bloques de adobe, esta resistencia dependerá de la granulometría del suelo que se va emplear, su grado de compactación al momento de transmitir fuerza en los moldes y también dependerá del porcentaje de contenido de humedad que presente la masa de barro esta resistencia se alcanza por la compactación que se da al momento de elaborar. RNE, E-080, (2016).

**Fórmula 8.** Resistencia a compresión de la unidad.

$$f_o = 12 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots (8)$$

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones E-0.080,2016.

**Ensayo de resistencia a compresión de la unidad**, este ensayo a compresión se realiza generalmente en las muestras desarrolladas de cada unidad o bloque en su estado seco, pocas reglamentaciones permiten o dan alternativas diferentes en los ensayos para los especímenes con dimensiones normales, los ensayos se realizan con una prensa a compresión, esta prueba se realiza hasta que los bloques lleguen a romperse.

Bolaños define que: la resistencia a compresión ( $f_b$ ) se desarrolla fraccionando la carga de rotura ( $P_u$ ), entre las medidas ( $A$ ) de un bloque compacto y su área neta ( $A$ ), de esa manera precaver fallos y poder relacionar resultados de resistencia directamente y de esta forma se llegan a conseguir los resultados, (2016, p. 42).

**Fórmula 9.** Resistencia a la Compresión simple

$$f = P_u / A \dots\dots\dots (9)$$

**Fuente:** Norma Técnica Peruana. 399.613, 2014.

De manera:

$f$  = Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)

$P_u$  = Peso aplicada (kg)

$A$  = Área de aplicación de la carga (cm<sup>2</sup>).

**Fórmula 10.** Resistencia a la Compresión característica

$$(f'b) f'b = f_b - \sigma \dots\dots\dots (10)$$

**Fuente:** NTP 399.613, 2013

Donde:

$f'b$  = Resistencia característica a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm<sup>2</sup>)

$f_b$  = Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma$  = Desviación estándar

**Tabla 5.** Cuadro comparativo de las resistencias a compresión de algunas técnicas de construcción.

Material	Densidad	Resistencia a compresión
Adobe	1200 – 1500 kg/m <sup>3</sup>	5.40 – 17.54 kg/m <sup>2</sup>
Cob	1615kg/m <sup>3</sup>	10.20 kg/cm <sup>2</sup>
BTC (tierra comprimida)	1700-2000 kg/m <sup>3</sup>	10.20 – 50.98 kg/cm <sup>2</sup>
BTC estabilizado	1787.5 kg/m <sup>3</sup>	110.12 kg/cm <sup>2</sup>
Tapial	1900 – 2200 kg/m <sup>3</sup>	30.59 – 40.79 kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Bestraten, Hormías, & Altemir, 2014.

**Ensayos de resistencia a la flexión**, según la Norma Técnica Peruana. 339.078, se denomina capacidad de flexión, porque se aplicará una fuerza externa en el centro de los especímenes en el proceso de ensayos en forma de vigueta, hasta poder determinar el momento de que ocurra una falla, estos resultados de módulo de rotura se resolverán según las grietas que se van a originar en el parte tercio medio de los bloques ensayados y esto no debe superar el 5% de su luz libre del

adobe; en caso de ocurrir una falla dentro del tercio de la luz del adobe, se aplicará la fórmula siguiente para obtener los resultados requeridos.

**Fórmula 11.** Módulo de Rotura (a)

$$Mr = \frac{PL}{bh^2} \dots\dots\dots (11)$$

**Fuente:** NTP. 339.078, 2013.

Donde:

Mr: Es el módulo de rotura, en kg/cm<sup>2</sup>.

P: Es la carga máxima de rotura, en kilogramos.

L: Es la luz libre entre apoyos, en centímetros.

b: Es el ancho promedio de la probeta en la sección de falla, (cm).

h: Es la altura promedio de la probeta en la sección de falla, (cm)

De ocurrir una falla fuera del tercio medio a una distancia no mayor del 5% de la luz libre del espécimen, se utilizará la siguiente expresión para obtener los resultados:

**Fórmula 12.** Módulo de Rotura (a)

$$Mr = \sigma = \frac{3Pa}{2bh^2} \dots\dots\dots (12)$$

**Fuente:** NTP. 339.078, 2013.

Donde:

a: Es la distancia entre la línea de rotura y el apoyo más cercano, medida a lo largo de la línea céntrica de la superficie inferior de la viga.

Propiedades físicas, absorción de agua, la presencia de líquidos, Humedad en los bloques secos del adobe hace que disminuya su resistencia inicial del adobe, esta presencia perjudica el normal funcionamiento de este material del mismo modo puede presentar rajaduras, hinchamientos y suele a la vez tener alteraciones en sus dimensiones, esto hace que el material resulte vulnerable, por lo menos los

especímenes deberán secar por un lapso mínimo de 4 semanas para ser sumergidos las 24 horas en esta prueba de absorción. (ISO 62, 2018).

**Fórmula 13.** Absorción de Agua.

$$A = \frac{(P_{sat} - P_{sec})}{P_{sec}} * 100 \dots \dots \dots (13)$$

**Fuente:** NTP. 399.613, 2013.

Dónde:

A= Absorción (%)

Psat= Peso saturado de la unidad de albañilería (gr)

Psec= Peso seco de la unidad de albañilería (gr).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo del proyecto de investigación es **aplicada**, ya que se estudiaron investigaciones ya culminadas para su desarrollo y aplicación relacionado al estudio de las unidades del adobe, con ello este proyecto de investigación tiene por objetivo resolver un determinado problema que se planteó de acuerdo a la problemática del lugar donde se realizó la obtención de la materia prima para su estudio y análisis, por ende, para su aplicabilidad y el uso importante que se va a dar en la ejecución y construcción de viviendas, en gran mayoría especialmente en poblaciones rurales o en las zonas donde se predomina el uso de los adobes en las construcciones.

Según (Hernández, 2015), una investigación de tipo aplicada se relaciona en base a cantidades y estadísticas que se prueban en diferentes hipótesis planteadas en un proyecto de investigación, con ello a través de las pruebas que se realizan se deducirán los diferentes resultados o valores positivos o negativos en una experimentación. Cuantitativa es cuando implica el uso de herramientas de mucha exactitud y precisión como las, informáticas, estadísticas, y matemáticas para conseguir valores confiables y reales.

## **Diseño de investigación**

El trabajo corresponde a una investigación de carácter **experimental**, debido a que las variables serán manipuladas deliberadamente, a la vez dicha investigación consistió en determinar los diferentes resultados obtenidos a través de la adición de asfalto al adobe tradicional, en diferentes porcentajes.

### **3.2. Variables y Operacionalización**

Variable independiente (X):

- Adobe estabilizado adicionando emulsión asfáltica.

Variable dependiente (Y1):

- Propiedades físicas.

Variable dependiente (Y2):

- Propiedades mecánicas.

#### **Variable independiente (X):**

##### **Definición conceptual**

El RNE E-080 indica que: el adobe es el bloque de tierra cruda sin cocer en el que se ha adicionado otros materiales como él (cemento, asfalto, cal, viruta, etc.) con el propósito de aumentar sus capacidades de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad.

##### **Definición operacional**

El comportamiento de resistencia del adobe estabilizado se medirá a través de la adición de la emulsión asfáltica en diversos porcentajes de dosificación con el fin de mejorar el diseño de la mezcla del adobe.

##### **Dimensiones**

- Porcentaje de adición.

##### **➤ Indicadores**

- 5% adición de emulsión asfáltica en volumen.

- 10% adición de emulsión asfáltica en volumen.
- 15% adición de emulsión asfáltica en volumen.

➤ **Escala de medición**

- Razón

**Variable dependiente (Y1, Y2):**

**Definición conceptual**

Según Teixeira (2015), las propiedades físico-mecánicas de las estructuras de adobe son las que determinan la capacidad para poder soportar cargas por unidad de área, se expresa por medio de los esfuerzos, estos son llamados la resistencia a la compresión y flexión, de la misma forma la capacidad del adobe para poder absorber el agua, por unidad de área.

**Definición operacional**

Las propiedades físicas y mecánicas del adobe en gran medida son las más afectadas cuando se presentan desastres naturales y suelen ser vulnerables, por ello adicionando la emulsión asfáltica mediremos la resistencia a la compresión, flexión y el porcentaje de absorción de los mismos.

**Dimensiones**

- Propiedades físicas
- propiedades mecánicas

➤ **Indicadores**

- Clasificación de suelos.
- Proctor modificado.
- Porcentaje de absorción.
- Resistencia a la compresión.
- Resistencia a la flexión.

➤ **Escala de medición**

- Razón

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

El presente trabajo de investigación estuvo conformado por todos los especímenes adobe, los mismos estuvieron elaborados con material prima extraído del Centro Poblado Sihue, cuyas dimensiones de los especímenes serán de: 30 x 15 x 12 cm respectivamente; cumpliendo así las normativas establecidas por el RNE E- 0.80, ya que los especímenes estarán estabilizados con asfalto (emulsión asfáltica) a las cuales se adicionará en diferentes porcentajes, al 5%, 10 y 15% en volumen.

#### **Muestra**

Las muestras son las unidades de todos los especímenes tanto el adobe tradicional y estabilizado con asfalto (emulsión asfáltica), que fueron elaborados y ensayados por el tesista, se determinó los diferentes resultados en su resistencia a la compresión, absorción y flexión del total de especímenes elaborados. Por lo cual se trabajará en los ensayos con toda la población, para se desarrollarán 48 unidades de especímenes para las diferentes pruebas.

El RNE E-0.80, indica que, para realizar una prueba de compresión, se deben ensayar un mínimo de 6 cubos de especímenes de adobe para ensayos de compresión. En el presente trabajo de investigación se consideró optar por 3 adobes equivalentes a 6 cubos de cada porcentaje de adición de la emulsión asfáltica.



**Tabla 6.** *Muestra para ensayo a compresión.*

<b>Muestra</b>	<b>Tipo de adobe</b>
6	6 adobes cúbicos patrón.
6	6 adobes cúbicos compactados con 5% adicionando emulsión asfáltica.
6	6 adobes cúbicos compactados con 10% adicionando emulsión asfáltica.
6	6 adobes cúbicos compactados con 15% adicionando emulsión asfáltica.

**Fuente:** Elaboración Propia.

En esta investigación, para el ensayo de flexión se consideró en cuenta el mínimo de ensayos y se optó por elaborar 3 especímenes de adobe, para el ensayo correspondiente de cada porcentaje de adición de la emulsión asfáltica.

**Tabla 7.** *Muestra para ensayo a flexión.*

<b>Muestra</b>	<b>Tipo de adobe</b>
3	3 adobes rectangulares patrón.
3	3 adobes rectangulares compactados con 5% adicionando emulsión asfáltica.
3	3 adobes rectangulares compactados con 10% adicionando emulsión asfáltica.
3	3 adobes rectangulares compactados con 15% adicionando emulsión asfáltica.

**Fuente:** Elaboración Propia.

En esta investigación, para el ensayo de absorción de agua se consideró en cuenta el mínimo de ensayos y se optó por elaborar 3 especímenes de adobe, para el ensayo correspondiente de cada porcentaje de adición de la emulsión asfáltica.

**Tabla 8.** *Muestra para ensayo de absorción de agua.*

<b>Muestra</b>	<b>Tipo de adobe</b>
3	3 adobes rectangulares patrón.
3	3 adobes rectangulares compactados con 5% adicionando emulsión asfáltica.
3	3 adobes rectangulares compactados con 10% adicionando emulsión asfáltica.
3	3 adobes rectangulares compactados con 15% adicionando emulsión asfáltica.

**Fuente:** Elaboración Propia.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

El presente trabajo de investigación se realizó mediante los diferentes ensayos y pruebas de laboratorio, como los ensayos de contenido de humedad, granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado, ensayos de flexión, compresión y absorción de agua, con ello obtendremos los diferentes resultados, toda esta información que se va obtener en laboratorio serán procesados en el programa Microsoft Excel.

Para realizar un confiable análisis se examinaron todos los datos comparando las propiedades físicas y mecánicas de los especímenes de adobe patrón a los que se añadieron emulsión asfáltica en diferentes porciones, tales como en 5%, 10% y 15%. Para demostrar estos procesos se emplearán fichas de recolección de datos de campo, tablas, estadísticas, gráficos e indicadores estadísticos (promedio).

### **3.5. Procedimientos**

El suelo se obtuvo de la cantera ubicada en el Centro Poblado Sihue, distrito Paico, Provincia Sucre, Departamento de Ayacucho. La materia prima se dio uso en la fabricación de las unidades de adobe tradicional y estabilizada con emulsión asfáltica para luego llegar a través de ensayos a los diferentes resultados influenciados en propiedades físicas y mecánicas del adobe. La emulsión asfáltica

(asfalto) se producirá por la empresa Brimax Perú SAC ubicada en la av. Industrial Villa Margaritas Mz. G Lote 05 – Puente Piedra.

Los especímenes y materiales fueron trasladados a las instalaciones del Laboratorio de suelos – Ingeocontrol, en el distrito de San Martín de Porres - Lima para poder realizar las diferentes pruebas concernientes a las propiedades físicas, mecánicas y absorción de agua del adobe donde se dosificaron en diferentes porcentajes la emulsión asfáltica (asfalto) en 5%, 10% y 15%.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Jiménez (2017) indica que los datos que se obtendrán deberán ser debidamente evaluados, estudiados y se debe reflejar que los procedimientos desarrollados en la investigación fueron los apropiados para la medición de datos y el desarrollo del estudio que está relacionado con el objetivo de la investigación (p.23).

En el presente investigación se analizó los diferentes datos que se obtuvieron en el desarrollo del informe de investigación, con la recopilación en bases de datos, del material prima que es el suelo de una cantera determinada, por ende el material apto se llevó a un centro de laboratorio especializado para desarrollar las diferentes ensayos que se requieran de esa manera determinar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades del adobe, en la segunda fase se realiza el diseño y elaboración de las unidades del adobe tradicional y estabilizado.

En la siguiente fase se realizó ensayos de las unidades del adobe, los resultados de las pruebas serán registradas en formatos técnicos para posteriormente elaborar cuadros, tablas y representaciones mediante figuras en el programa de Microsoft Excel, donde serán insertados los diferentes datos para analizar de manera cuantitativa. De igual manera se continuará a realizar el llenado del formato de suelos en el cual indica los valores de los ensayos determinados tanto propiedades físicas y mecánicas del adobe.

Finalmente, con los estudios y ensayos realizados se obtuvo los resultados y se desarrolló las conclusiones de acuerdo a los datos obtenidos con respecto a la adición del asfalto (emulsión asfáltica) en proporciones de 5%, 10% y 15% con respecto al volumen de las unidades del adobe siempre basándonos en la Norma

Técnica Peruana y la norma ASTM, para dar confiabilidad al desarrollo del proyecto de investigación.

### 3.7. Aspectos éticos

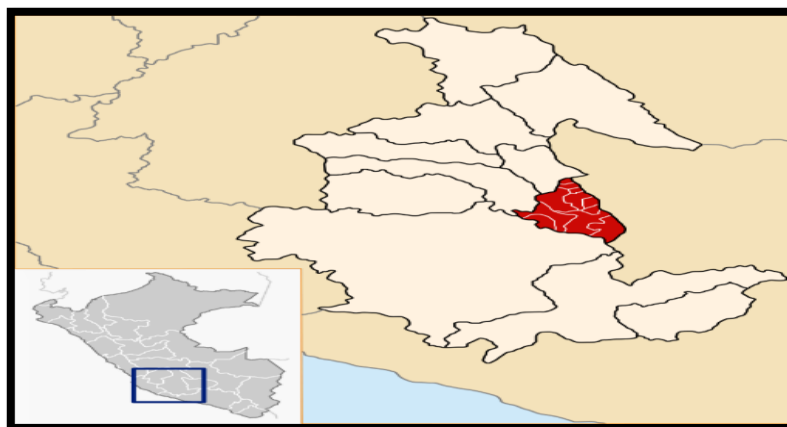
La investigación se desarrolló con el propósito de incrementar la utilización de materiales como la emulsión asfáltica en la elaboración y diseño de adobes estabilizados para que de esa manera el adobe brinde resistencia, durabilidad en el uso que se va dar en las construcciones con este material. Esta investigación se realizó cumpliendo debidamente con las normas técnicas especificadas, con ello se obtendrán resultados confiables certificadas y comprobadas en un centro de laboratorio especializado, con ello brindara garantía y la validez de la investigación.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Ubicación

El centro poblado de Sihue, distrito de Paico, provincia de Sucre, departamento de Ayacucho está ubicado al sur del Perú. Sihue está ubicada a una altitud de 3010 msnm, las viviendas son en su totalidad construidas con el material de adobe tradicional elaborado por los mismos pobladores.

**Figura 4.** Mapa región Ayacucho



**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI,2019.

**Figura 5.** Vista panorámica del centro poblado de Sihue



**Fuente:** Elaboración Propia.

Para la obtención de la muestra nos dirigimos hacia una cantera Pampas alta ubicada a 0.5 km aproximadamente de Sihue; el traslado del material cual fue llenado 10 sacos de 50 kg cada uno que fueron 500kg; la paja se obtuvo del lugar denominado (ccarmencca) que queda aproximadamente a 1 km de Sihue y los moldes fueron elaborados de aliso, estos 3 materiales fueron enviados desde el centro poblado de Sihue por la agencia Perla del Sur hasta la ciudad de Lima donde se realizó la elaboración de las unidades de adobe.

**Figura 6.** Obtención del suelo



**Fuente:** Elaboración Propia.

## 4.2 Preparación del material para la elaboración del adobe patrón y estabilizado.

### 4.2.1 Preparación del Material (Arcilla, Limo)

El material extraído de la cantera fue muestreado de manera homogénea para que el trabajo de tamizar el material fuera más fácil, ya que contaba con partículas superiores de 3 mm la cual pasamos por una malla de ¼" de diámetro, ver Figura N° 17, donde queda bien uniforme para la, mezcla con la paja y agua y la emulsión asfáltica, y así realizar la fabricación de las muestras o bloques de adobe patrón y estabilizado.

**Figura 7.** Suelo seleccionado



Fuente: Elaboración Propia.

### 4.2.2 Paja

La extracción de la paja (ichu), se extrajo del lugar denominado Ccarmencca de la cual fue traída a lima y cortada según la Norma E.080, 8 a 12 cm, nos dice el tamaño aproximado para la fácil combinación del material y se pueda adherir muy bien en la mezcla

**Figura 8.** Obtención de paja de ichu.



**Fuente:** Elaboración Propia.

#### **4.2.3 Prueba de in situ prueba de cinta de barro**

##### **Equipos y Materiales**

- ✓ Regla de 20 cm o Wincha
- ✓ Material (Limo, Arcilla)

##### **Procedimiento**

- Se forma un rollito de 1.5 cm de diámetro ver figura N°9 la elaboración.
- Con las manos aplastar hasta generar forma de rollitos de 4 mm aproximadamente ver figura N°9 el diámetro.
- Suspender el rollito o las cintas de barro a una cierta altura en el vacío y dimensionar la medida del extremo que sufre fisuras.
- Medir la parte que sufre la fisura o la parte rota y verificar los casos siguientes:
- Arenosa (no es adecuado): 0-5 cm, Arcillo-arenosa (es adecuada): 5-15 cm. Dentro de este rango es recomendable para el uso del material.
- Arcillosa (es inadecuada): 15 cm.

**Figura 9.** Prueba de bolas y rollos de suelo humedecido in situ



**Fuente:** Elaboración Propia.

#### **4.2.4 Prueba de la presencia de arcilla o resistencia seca**

##### **Equipos y materiales:**

Material (arcilla, limo)

Regla o Wincha.

##### **Procedimiento:**

- Formar una masa con la tierra y hacer 4 formas de bolitas de 3 cm. de diámetro aproximadamente. Ver Figura N°9 la elaboración de las bolitas.
- Después dejar secar por 48 horas las bolitas elaboradas bajo sombra.
- Después del secado se apretará con los dedos y tratar de fisurar o romper, de esa manera comprobar los siguientes resultados:
  - Si nos resulta de Media o alta resistencia (adecuada): cuando una de las bolitas se aplasta con la llena de los dedos y no se rompe es un material bueno para su uso.



**Figura 10.** Prueba de resistencia seca



**Fuente:** Elaboración Propia.

#### **4.2.5 Obtención de la Emulsión Asfáltica**

La compra de la emulsión asfáltica se realizó en la empresa AM ASFALTO S.A que está ubicada en el distrito limeño de Puente Piedra – Lima.

**Figura 11.** Emulsión asfáltica



**Fuente:** Elaboración Propia.

### **4.3 Diseño del adobe**

#### **4.3.1. Dimensiones del adobe**

Conforme a la norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, en el artículo 18 nos indica sobre las dimensiones del adobe. Formas rectangulares nos dice que las medidas del largo del adobe deben de ser dos veces el ancho y el alto debe de estar entre 8 cm y 12 cm por consiguiente los moldes que usamos tienen:

- Largo: 30 cm
- Ancho: 15 cm
- Alto: 12 cm
- Largo: 12 cm
- Ancho: 12 cm
- Alto: 12 cm

**Figura 12.** Adoberas



**Fuente:** Elaboración Propia.

#### **4.4. Elaboración del adobe patrón**

Equipos y Materiales Equipos Materiales

- Lampa
- Materia prima
- Carretilla
- Agua
- Pico
- Ichu (Paja)
- Plancha
- Adobera (Moldes de madera de aliso).

### Procedimiento

- Se procede a extraer el material y la cantera la materia prima.
- Una vez preparado el material se procede a la elaboración de los adobes.
- Comenzamos con la mezcla del barro pisando para que pueda quedar una mezcla uniforme.
- Siguiendo con el proceso se deja reposar la masa de barro 24 horas.
- Una vez de haber dejado el reposo del barro, se procede a realizar el colocado del barro en el molde el cual estuvo sumergido en agua para que el barro no quede pegado al molde (adobera).
- Y por último se procede a darle la forma según el molde empleado y sacar el molde de abajo para arriba para que pueda quedar moldeado en un bloque, después de ello se deja secar por 28 días aproximadamente según la Norma E-080.

**Figura 13.** Mezcla de suelo para la elaboración de adobes



**Fuente:** Elaboración Propia.

**Figura 14.** Elaboración de adobes



Fuente: Elaboración Propia.

#### **4.5 Elaboración del adobe estabilizado**

##### Equipos y Materiales

- Lampa
- Suelo
- Carretilla
- Agua
- Pico
- Paja
- Plancha
- Molde de madera(adobera).
- Emulsión asfáltica

##### **Procedimiento**

- Se sigue con el mismo procedimiento de elaboración de masa de barro.
- Se prepara la muestra de barro y se adiciona la emulsión asfáltica; para los bloques de adobe estabilizado de 5 se incorporó 0.5 litros de emulsión asfáltica y de 10% se añadió 1.5 litros de emulsión asfáltica, y para los bloques de adobe estabilizado al 15% se le incorporó 2.5 litros. La emulsión asfáltica se añadió de acuerdo al volumen del material a emplear, se tuvo 100 kg para cada dosificación.

- Mezclar la masa de barro con la emulsión asfáltica hasta formar una masa homogénea.
- Por último, se pasa a lanzar la masa uniformemente mezclado a las adoberas de madera, dándole la forma de acuerdo al molde y se procede a sacar del molde de abajo para arriba después de haber elaborado las unidades de adobe estabilizado de deja secar como indica la Norma E.080 nos dice que debemos dejar secar durante 28 días y ser llevado a laboratorio para los ensayos a realizarse para obtener los resultados que necesitamos.

**Figura 15.** Mezcla añadiendo emulsión asfáltica



**Fuente:** Elaboración Propia.

**Figura 16.** Secado de adobes



**Fuente:** Elaboración Propia.

## 4.6 Ensayos en el laboratorio

### 4.6.1 Ensayo de Análisis Granulométrico Procedimiento

#### Equipos y Materiales:

- Balanza de precisión
- Brocha
- Recipientes
- Tamices (3/4 ,3/8, #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200)

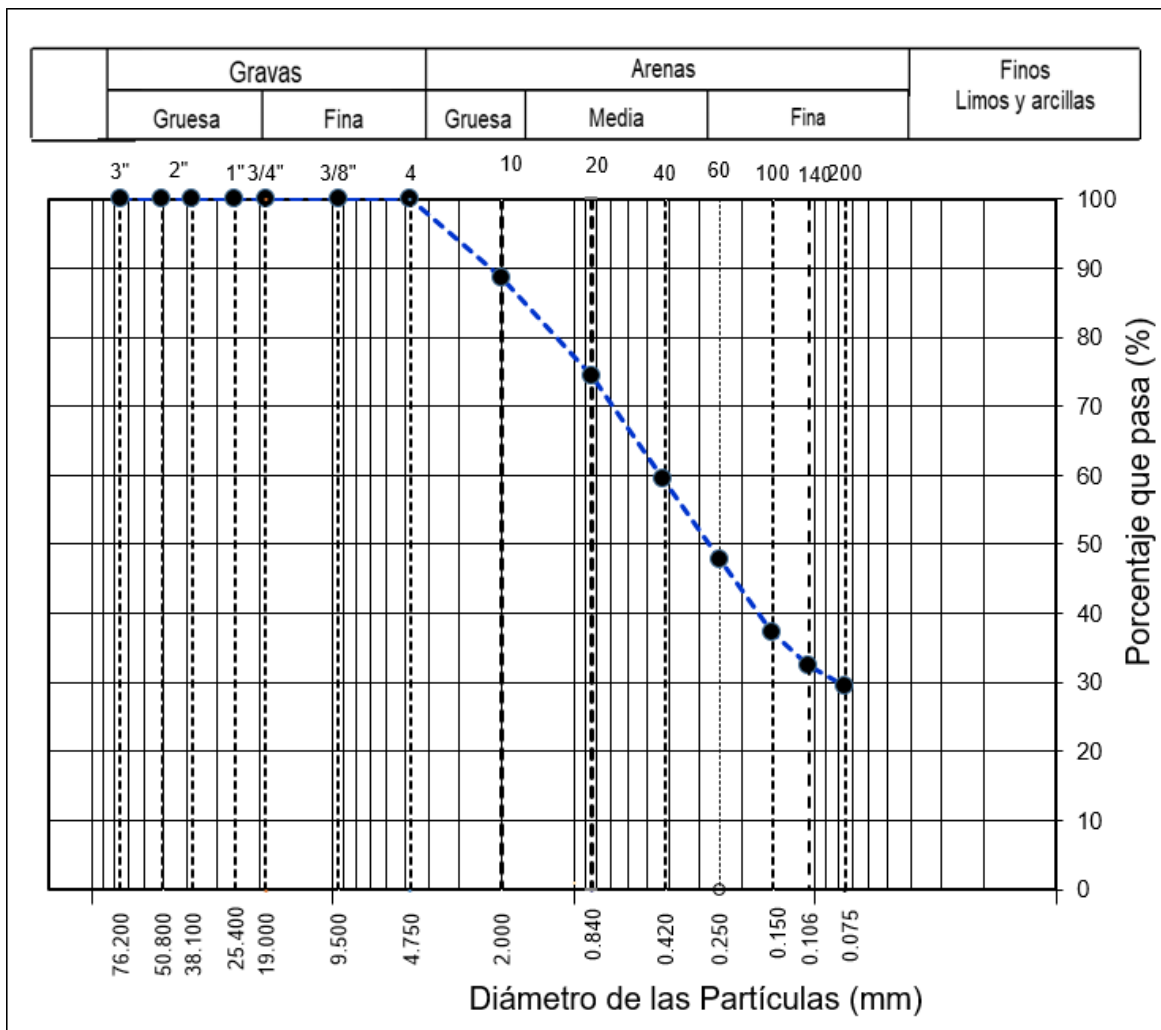
#### Procedimiento:

- Se escoge el grupo de tamices con las mallas establecidas de acuerdo al suelo que se tiene, se colocan los tamices en orden decreciente, por tamaño de abertura. Se procede con el tamizado durante un periodo determinado y establecido. Ver Tabla N° 9 con aberturas normadas.
- Pasamos a colocar la serie de tamices en la máquina tamizadora a una razón de 150 veces por minuto.
- Por último, se pasa a pesar el material retenido en cada uno de los tamices utilizados.

**Tabla 9.** Análisis granulométrico por tamizado ASTM D6913

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913</b>		
<b>TAMIZ</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>	<b>PORCENTAJE QUE PASA</b>
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1 1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
3/4"	19.000	100.0
3/8"	9.500	100.0
Nº 4	4.750	100.0
Nº 10	2.000	88.7
Nº 20	0.840	74.5
Nº 40	0.425	59.6
Nº 60	0.250	47.7
Nº 20	0.840	74.5
Nº 100	0.150	37.3
Nº 140	0.106	32.5
Nº 200	0.075	29.4

**Figura 17.** Curva granulométrica



COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	0.0
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	70.6
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	29.4

**Fuente:** Elaboración Propia.



## Resultados

El registro de los datos del ensayo granulométrico, se observó que, al realizar dicho ensayo para determinar el tamaño de partículas del material, se muestra un porcentaje de grava de 0 % retenida en la malla N° 10 con una abertura de (4.750mm), el porcentaje de arena es de 70.6 %y el porcentaje de finos es de 29.4 % retenida en la malla (N° 200 a.0075 mm). Por lo que podemos deducir que el tipo de material es una arena limo arcilloso.

### 4.6.2 Ensayo de límites de Atterberg

Limite Líquido Equipos y Materiales:

- Taras
- Balanza electrónica de sensibilidad de 0.1 gr.
- Copa de Casagrande
- Tamiz #40
- Acanalador
- Horno de  $110^{\circ}\text{C}\pm 0.5^{\circ}$
- Material pasado por el Tamiz #40
- Pipeta
- Probeta
- Espátula 50

#### Procedimiento:

- Para iniciar el ensayo preparamos una pasta de suelo añadiendo agua hasta lograr una pasta buena para colocar en la copa Casagrande y determinar el límite líquido.
- Determinación del límite líquido con la Copa Casagrande (limpia y seca)
- Colocar entre 50 y 70 gr. de la tierra humedecida en la copa Casagrande, alisando la superficie a una altura de 1 cm. con la espátula - Usando el acanalador, separar el suelo en dos mitades según el eje de simetría de la cápsula.
- Después girar la manivela de manera uniforme a una velocidad de 2 revoluciones por segundo: continuar hasta que la abertura se cierre en media pulgada de longitud.

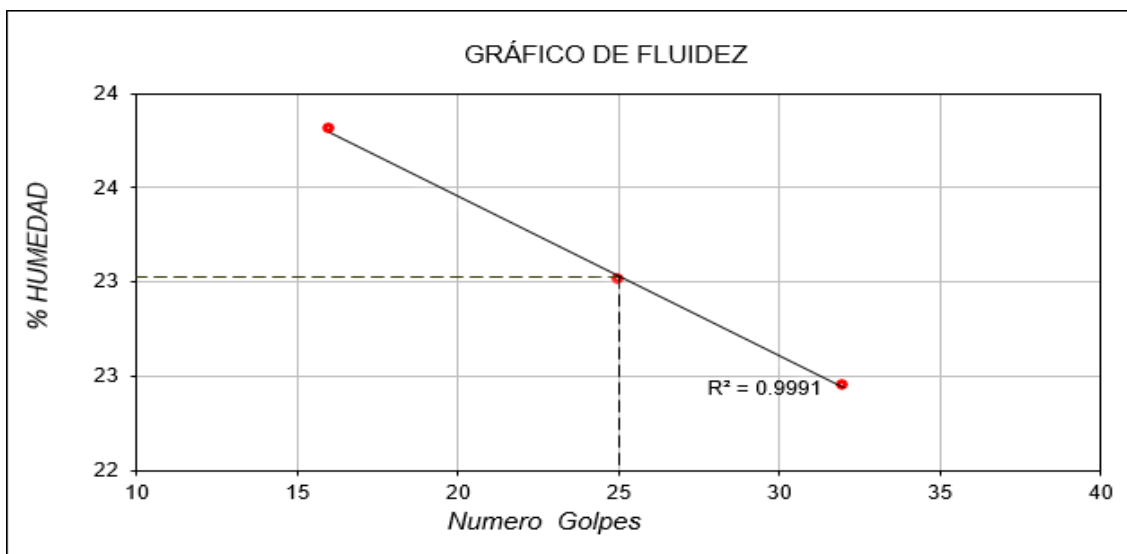
- Tomar una muestra de aproximadamente 5 gr. de suelo en la zona donde se cerró el surco y pesar inmediatamente para obtener su contenido de humedad.
- En la siguiente tabla y gráfico se muestra el cálculo realizado en el laboratorio para la obtención del límite líquido.

**Tabla 10.** *Ensayo y cálculo de límite líquido*

Descripción	Unidad	Material Pasante Tamiz N° 40		
		Limite Liquido		
Nro. de Recipiente		1	3	4
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (A)	gr.	42.51	42.51	45.51
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	36.28	36.45	36.57
Peso de Recipiente (C)	gr.	10.11	10.11	10.11
Peso del Agua (A-B)	gr.	6.23	6.06	5.94
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	26.17	26.34	26.46
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C) * 100]$	%	23.81	23.01	22.45
N° De Golpes		16	25	32

**Fuente:** Elaboración Propia.

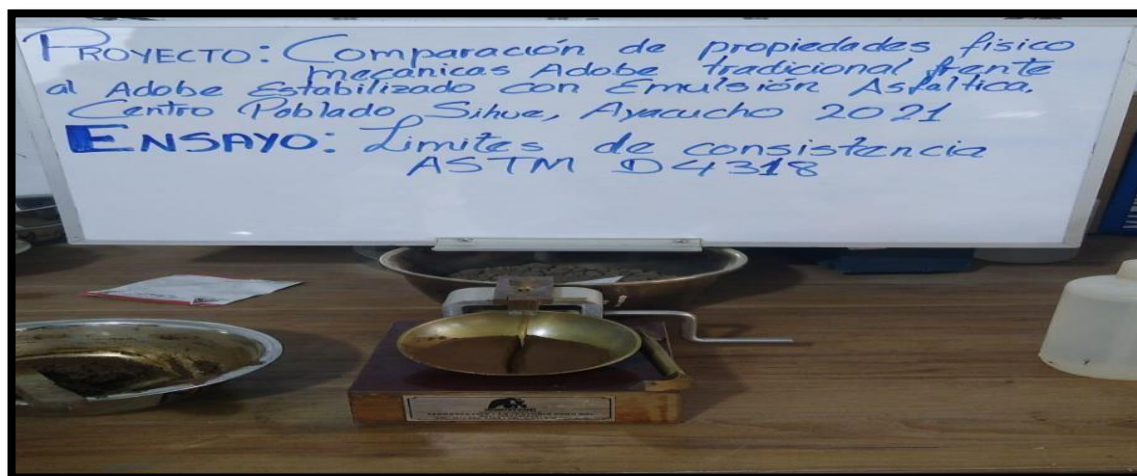
**Figura 18.** Gráfico de Fluidez



**Tabla 11.** Ensayo y cálculo de clasificación de suelos

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SC - SM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D4318)	A-2-4 (0)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena limo arcillosa

**Figura 19.** Ensayo de límite de consistencia



Fuente: Elaboración Propia.

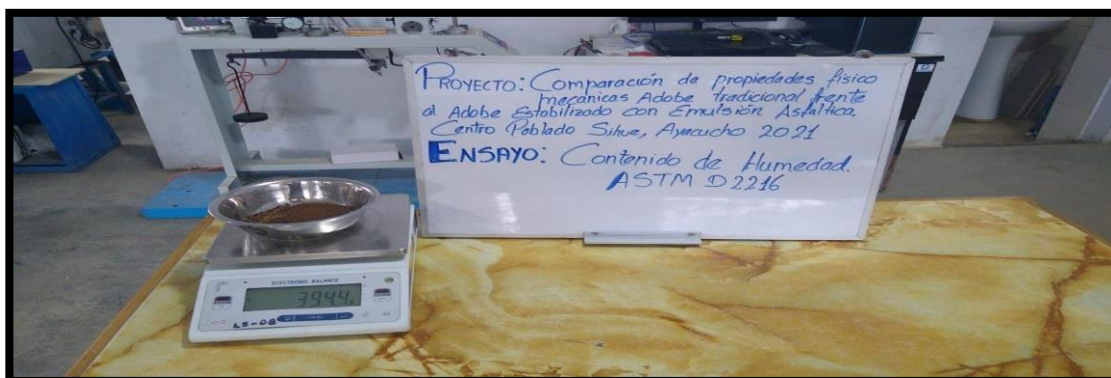
#### 4.6.3. Límite Plástico Equipos y Materiales

- Espatuladas
- Pipeta
- Balanza con sensibilidad 0.1 gr.
- Tamiz # 40
- Taras
- Horno con  $110^{\circ} \text{C} \pm 0.5$
- Placa de vidrio
- Material pasado la malla #40

#### Procedimiento:

- Extraer una pequeña porción de material para realizar el ensayo de límite líquido.
- Tomar una muestra de suelo y formar un rollito de 1 cm<sup>3</sup> apoyándonos en la placa de vidrio y con la palma de la mano formar los bastoncitos de 3 mm de diámetro
- Para el contenido de humedad del límite plástico los bastoncitos de 3 mm. Se rompe en trozos de 0.5 a 1 cm. de largo, para colocarlos en las taras y llevar al horno.
- Pesar las muestras de rollos elaborados y colocarlos en una tara para llevarlo al horno y obtener el contenido de humedad. Ver la Tabla N°17 el cálculo del límite plástico a detalle.

**Figura 20.** Contenido de humedad



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 12.** Ensayo y cálculo de límite plástico

Descripción	Unidad	Material Pasante Tamiz N° 40	
		Límite Plástico	
Nro. de Recipiente		1	2
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (A)	gr.	21.65	21.65
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	20.00	20.00
Peso de Recipiente (C)	gr.	10.45	14.57
Peso del Agua (A-B)	gr.	1.65	1.65
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	9.55	9.55
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	17.27	17.27

**Fuente:** Elaboración Propia.

#### 4.6.4 Índice de plasticidad

Para la determinación del índice de plasticidad del material la norma nos dice que es la diferencia del límite líquido menos el límite plástico.

$$IP = LL - LP$$

$$IP = 23 - 17$$

$$IP = 6$$

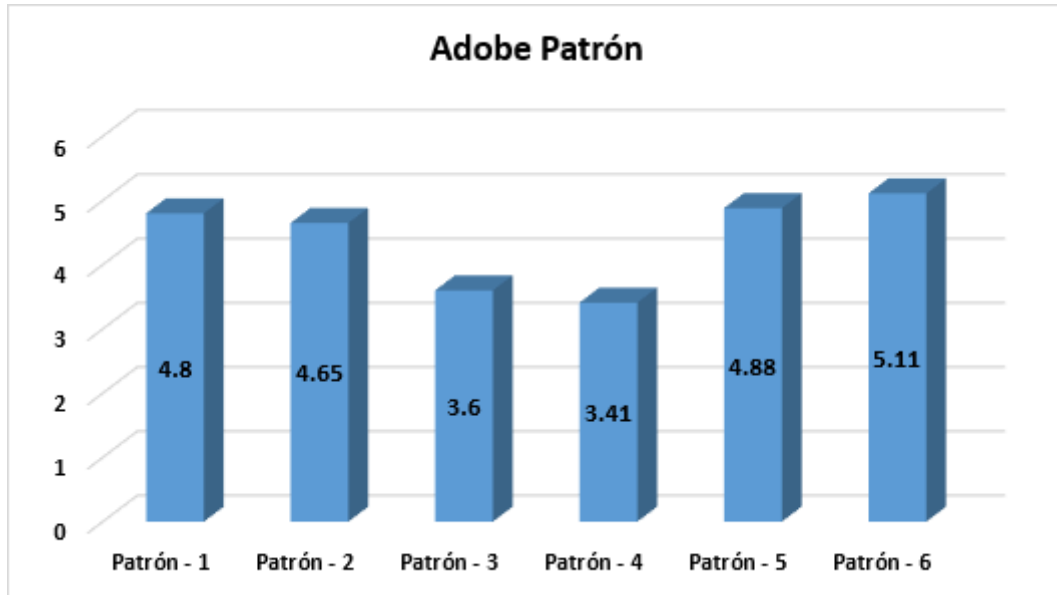
#### 4.6.5 Ensayo de Compresión

**Tabla 13.** Resultados del ensayo de resistencia a compresión del adobe patrón.

Identificación	Largo	Ancho	Área	W	C
		(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(Kg)	(Kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón - 1	13.00	13.04	169.5	813.6	4.80
Patrón - 2	12.50	13.39	167.4	777.6	4.65
Patrón - 3	11.71	13.81	161.7	582.0	3.60
Patrón - 4	11.89	12.68	150.8	514.3	3.41
Patrón - 5	11.86	12.77	151.5	738.5	4.88
Patrón - 6	12.16	13.18	160.3	818.6	5.11
<b>Promedio</b>					<b>4.41</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Figura 21.** Ensayo de compresión del adobe patrón



**Fuente:** Elaboración Propia.

## Resultado y observaciones

En la tabla N° 13 se muestran los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio donde se describe sus dimensiones de cada muestra de acuerdo con la Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, nos dice que la resistencia última es de 10.2 kg/cm<sup>2</sup>. Ver el Gráfico N°21 Ensayo de Compresión del Adobe Patrón

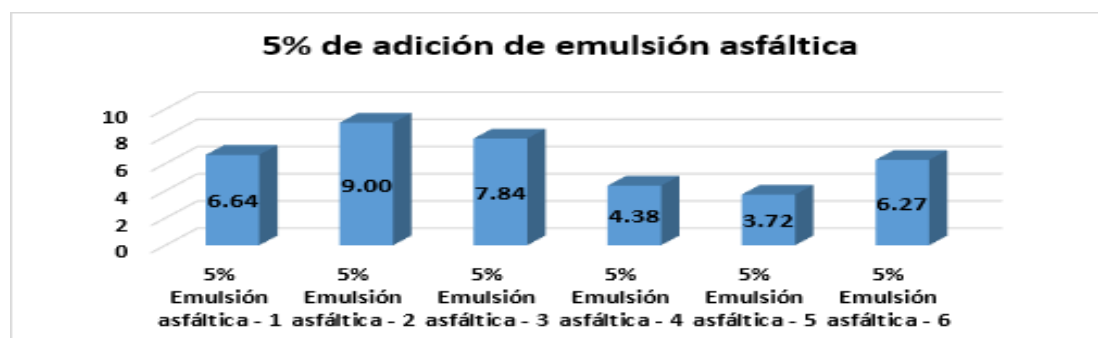
Se observó que el resultado obtenido según el ensayo de resistencia a compresión del adobe de las unidades de adobe patrón se determinó el promedio de la carga ejercida de 707 kg y una resistencia de 4.41 kg/cm<sup>2</sup>, que es un valor inferior a la carga última que nos menciona la norma.

**Tabla 14.** Resultados del ensayo de resistencia a compresión del adobe estabilizado con el 5% de adición de emulsión asfáltica.

Identificación	Largo	Ancho	Área	W	C
		(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(Kg)	(Kg/cm <sup>2</sup> )
5% Emulsión asfáltica - 1	12.60	12.90	162.5	1080.0	6.64
5% Emulsión asfáltica - 2	12.65	12.75	161.3	1451.4	9.00
5% Emulsión asfáltica - 3	11.80	13.30	156.9	1229.8	7.84
5% Emulsión asfáltica - 4	12.30	12.70	156.2	684.6	4.38
5% Emulsión asfáltica - 5	11.95	12.70	151.8	564.4	3.72
5% Emulsión asfáltica - 6	12.10	13.00	157.3	986.8	6.27
Promedio					6.27

Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 22.** Ensayo de compresión del adobe adicionado con el 5% de emulsión asfáltica.



Fuente: Elaboración Propia.

## Resultado y observaciones

En la tabla N° 14, se muestran los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio donde se describe sus dimensiones de cada muestra de acuerdo con la Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, nos dice que la resistencia última es de 10.2 kg/cm<sup>2</sup>; en el grafico Gráfico se observa las barras de las cargas ejercidas.

Se observó que el resultado obtenido según el ensayo de resistencia a compresión del adobe de las unidades de adobe estabilizado con 5% de adición de Emulsión asfáltica, se determinó el valor promedio de la carga ejercida de 1000 kg y una resistencia de 6.27 kg/cm<sup>2</sup>, que es un valor inferior a la carga última que nos menciona la norma.

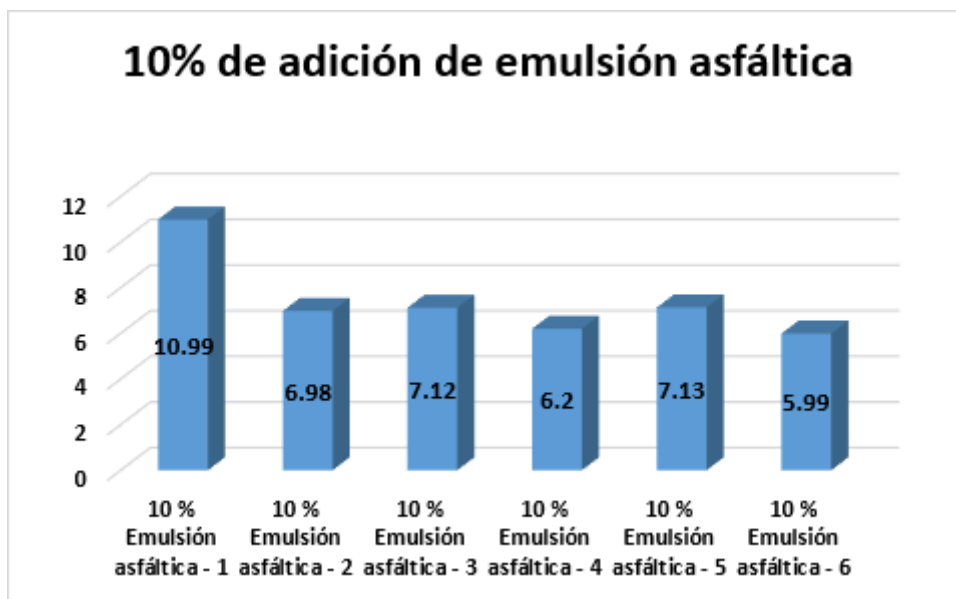
**Tabla 15.** Resultados del ensayo de resistencia a compresión del adobe estabilizado con el 10% de adición de emulsión asfáltica.

Identificación	Largo	Ancho	Área	W	C
		(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(Kg)	(Kg/cm <sup>2</sup> )
10 % Emulsión asfáltica - 1	12.50	12.7	158.8	1744.3	10.99
10 % Emulsión asfáltica - 2	12.20	13.0	158.6	1106.5	6.98
10 % Emulsión asfáltica - 3	12.30	13.0	158.9	1137.8	7.12
10 % Emulsión asfáltica - 4	12.00	12.1	145.2	899.9	6.20
10 % Emulsión asfáltica - 5	12.10	12.8	154.9	1103.7	7.13
10 % Emulsión asfáltica - 6	12.05	12.2	147.0	881.2	5.99
Promedio					7.40

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura 23.** Ensayo de compresión del adobe adicionado con el 10% de emulsión asfáltica.



**Fuente:** Elaboración Propia.

### **Resultado y observaciones**

En la tabla N°15, se muestran los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio donde se describe sus dimensiones de cada muestra de acuerdo con la Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, nos dice que la resistencia última es de 10.2kg/cm<sup>2</sup>.

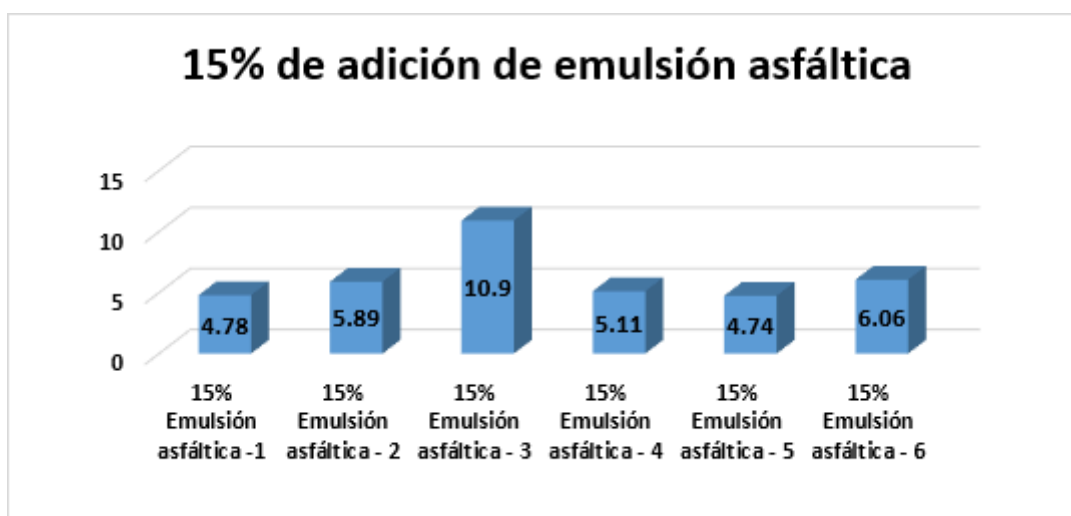
Se observó que el resultado ver el Gráfico N°23 obtenido según el ensayo de resistencia a compresión del adobe de las unidades de Adobe Estabilizado con 10% de Adición de Emulsión Asfáltica, se determinó el promedio de la carga ejercida 1146 kg/cm<sup>2</sup> y una resistencia de 7.40 kg/cm<sup>2</sup>, que es un valor inferior a la carga última que nos menciona la norma.

**Tabla 16.** Resultados del ensayo de resistencia a compresión del adobe estabilizado con el 15% de adición de emulsión asfáltica.

Identificación	Largo	Ancho	Área	W	C
		(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(Kg)	(Kg/cm <sup>2</sup> )
15% Emulsión asfáltica -1	12.40	12.5	155.0	740.0	4.78
15% Emulsión asfáltica - 2	11.80	12.6	148.7	876.4	5.89
15% Emulsión asfáltica - 3	12.10	13.0	157.3	1714.4	10.90
15% Emulsión asfáltica - 4	11.90	12.4	147.6	753.9	5.11
15% Emulsión asfáltica - 5	12.00	12.5	130.0	710.8	4.74
15% Emulsión asfáltica - 6	11.50	12.4	142.6	864.7	6.06
<b>Promedio</b>					<b>6.27</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 24.** Ensayo de compresión del adobe adicionado con el 15% de emulsión asfáltica.



Fuente: Elaboración Propia.

### Resultado y observaciones

En la tabla N°16, se muestran los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio donde se describe sus dimensiones de cada muestra de acuerdo con la Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, nos dice que la resistencia última es de 10.2 kg/cm<sup>2</sup>.

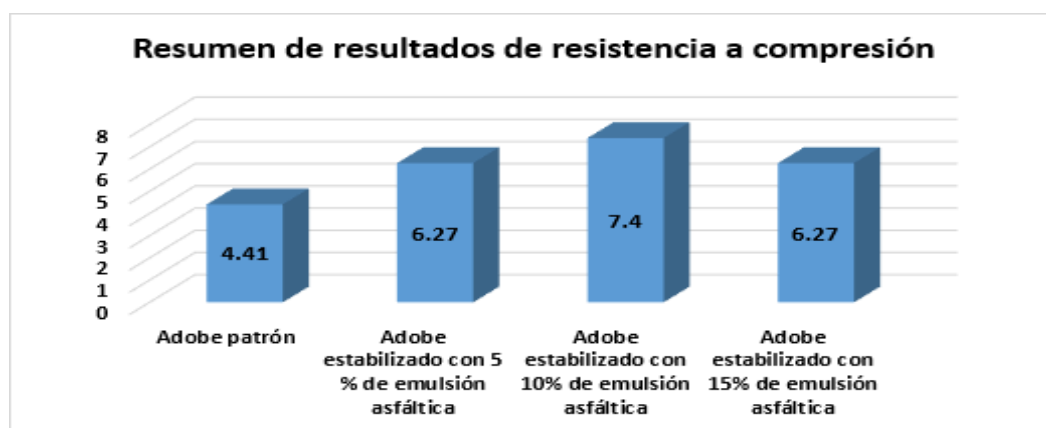
Se observó que el resultado obtenido ver Gráfico N°24 según el ensayo de resistencia a compresión del adobe de las unidades de Adobe Estabilizado con 15% de Adición de Emulsión Asfáltica, se determinó el promedio de la carga ejercida 943 kg y una resistencia de 6.27 kg/cm<sup>2</sup>, que es un valor inferior a la carga última que nos menciona la norma.

**Tabla 17.** Comparación de resultados de los ensayos de resistencia a compresión del adobe patrón y adobe estabilizado con emulsión asfáltica.

Muestras	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
Adobe patrón	4.41 kg/cm <sup>2</sup>
Adobe estabilizado con 5 % de emulsión asfáltica	6.27 kg/cm <sup>2</sup>
Adobe estabilizado con 10% de emulsión asfáltica	7.40 kg/cm <sup>2</sup>
Adobe estabilizado con 15% de emulsión asfáltica	6.27 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 25.** Resultados de los ensayos de resistencia a compresión del adobe patrón y adobe estabilizado con emulsión asfáltica.



Fuente: Elaboración Propia.

## Resultado y observaciones

En la tabla N°17, se muestran los resultados obtenidos en el laboratorio de cada muestra; de acuerdo con la Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, nos dice que la resistencia última es de 10.2 kg/cm<sup>2</sup>.

Se observó que el resultado obtenido ver Gráfico N° 25, según el ensayo de resistencia a compresión del adobe patrón tiene una resistencia de 4.41 kg/cm<sup>2</sup>, y el adobe estabilizado valores de 6.27 kg/cm<sup>2</sup> y 7.40 kg/cm<sup>2</sup> con Emulsión Asfáltica, de 5%,10% y 15% muestra unos valores de resistencia superior al resultado del adobe patrón y eso indica que la estabilización con un estabilizante industrial mejora la resistencia del adobe.

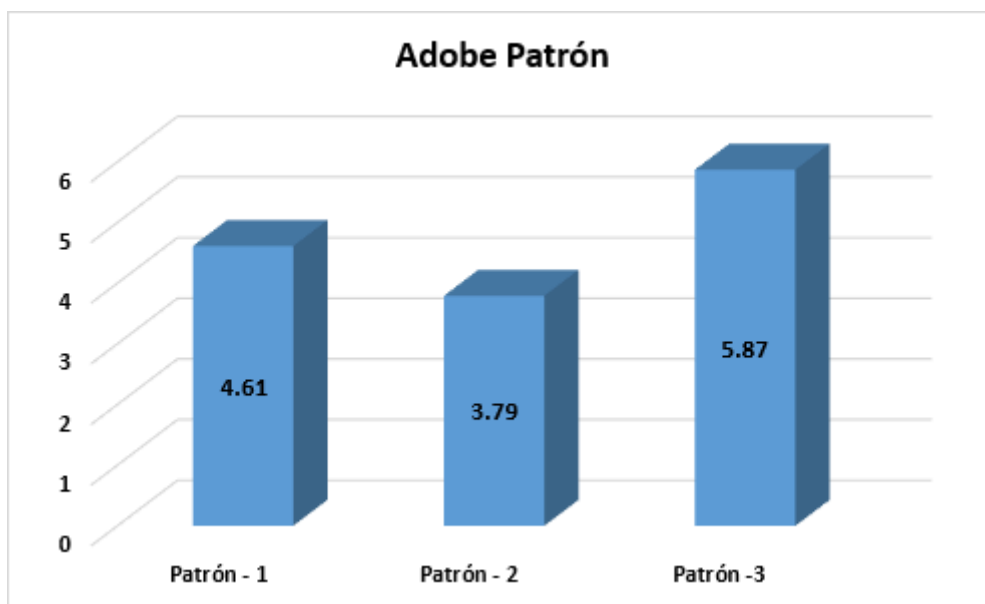
### 4.6.6 Ensayo de Flexión

**Tabla 18.** Resultados del ensayo de resistencia a flexión del adobe patrón.

Identificación	L (cm)	b (cm)	h (cm <sup>2</sup> )	P (Kg-f)	Mr (Kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón - 1	20.0	15.5	13.6	440.4	4.61
Patrón - 2	20.0	15.6	12.7	317.8	3.79
Patrón -3	20.0	15.2	11.8	413.8	5.87
<b>Promedio</b>					<b>4.76 kg/cm<sup>2</sup></b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Figura 25.** Ensayo de flexión del adobe patrón.



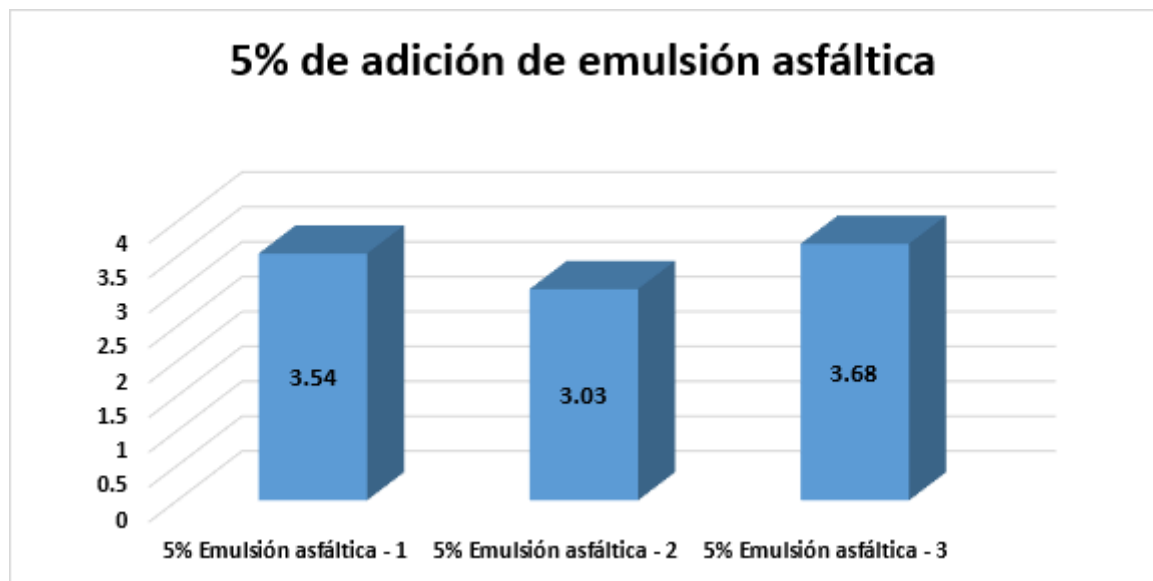
Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 19.** Resultados del ensayo de resistencia a flexión del adobe estabilizado con el 5% de adición de emulsión asfáltica.

Identificación	L (cm)	b (cm)	h (cm <sup>2</sup> )	P (Kg-f)	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
5% Emulsión asfáltica - 1	20.0	15.6	12.5	287.8	3.54
5% Emulsión asfáltica - 2	20.0	15.7	12.9	263.6	3.03
5% Emulsión asfáltica - 3	20.0	15.4	12.0	272.3	3.68
<b>Promedio</b>					<b>3.42 kg/cm<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 26.** Ensayo de flexión del adobe adicionado con el 5% de emulsión asfáltica.



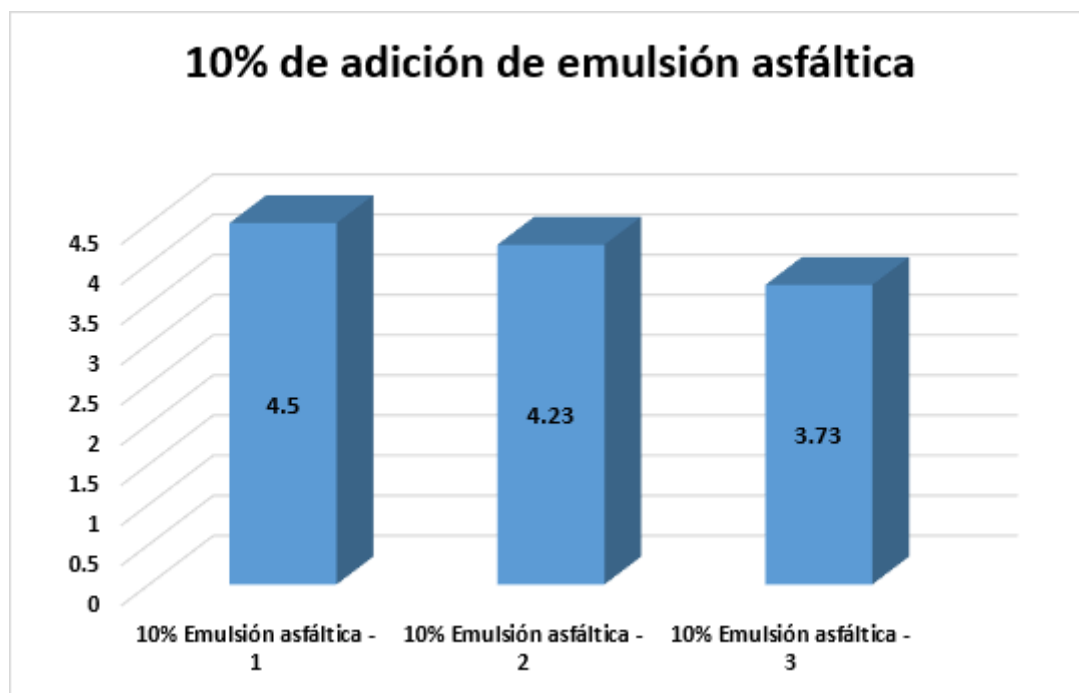
Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 20.** Resultados del ensayo de resistencia a flexión del adobe estabilizado con el 10% de adición de emulsión asfáltica.

Identificación	L (cm)	b (cm)	h (cm <sup>2</sup> )	P (Kg-f)	Mr (Kg/cm <sup>2</sup> )
10% Emulsión asfáltica - 1	20.0	15.3	11.8	319.7	4.50
10% Emulsión asfáltica - 2	20.0	15.0	12.0	304.7	4.23
10% Emulsión asfáltica - 3	20.0	15.5	13.6	356.4	3.73
<b>Promedio</b>					<b>4.15 Kg/cm<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 27.** Ensayo de flexión del adobe adicionado con el 10% de emulsión asfáltica.



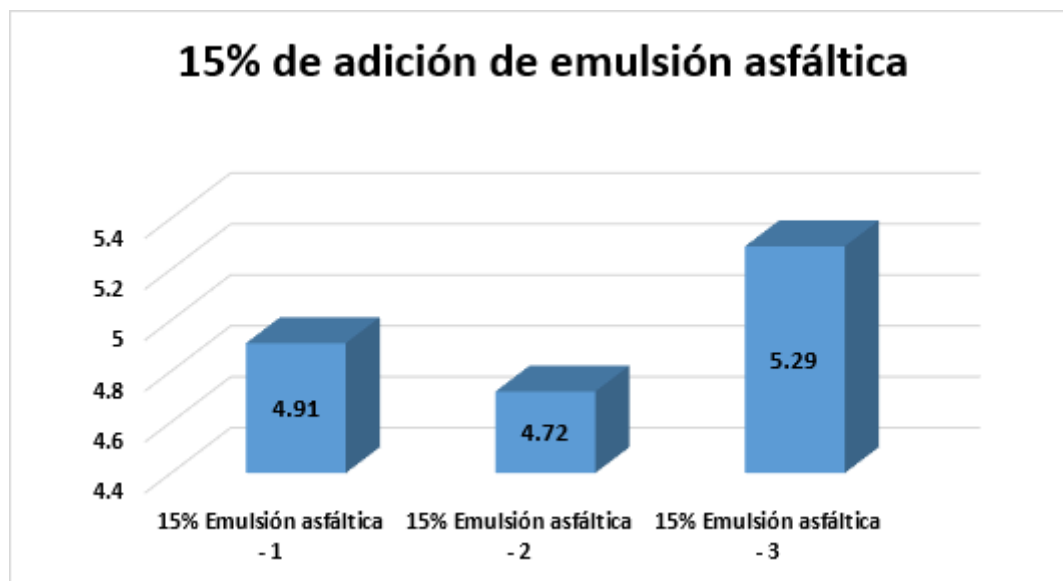
Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 21.** Resultados del ensayo de resistencia a flexión del adobe estabilizado con el 15% de adición de emulsión asfáltica.

Identificación	L (cm)	b (cm)	h (cm <sup>2</sup> )	P (Kg-f)	Mr (Kg/cm <sup>2</sup> )
15% Emulsión asfáltica - 1	20.0	15.5	12.3	383.5	4.91
15% Emulsión asfáltica - 2	20.0	15.0	11.9	334.4	4.72
15% Emulsión asfáltica - 3	20.0	15.8	11.9	394.6	5.29
<b>Promedio</b>					<b>4.97 Kg/cm<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 28.** Ensayo de flexión del adobe adicionado con el 15% de emulsión asfáltica.



**Fuente:** Elaboración Propia.

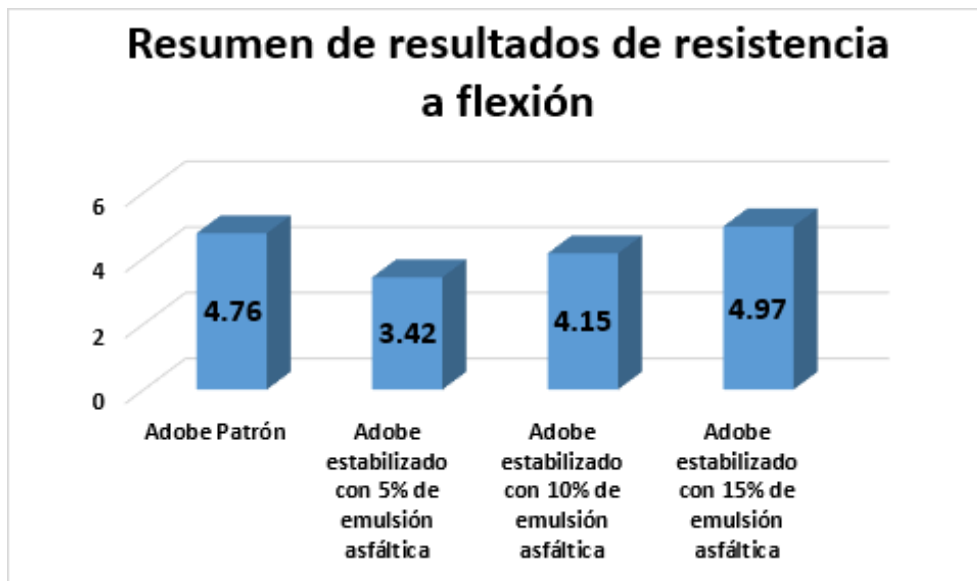
**Tabla 22.** Comparación de resultados de los ensayos de resistencia a compresión del adobe patrón y adobe estabilizado con emulsión asfáltica.

Muestras	Mr (Kg/cm <sup>2</sup> )
Adobe Patrón	4.76 Kg/cm <sup>2</sup>
Adobe Estabilizado con 5 % de Emulsión Asfáltica	3.42 Kg/cm <sup>2</sup>
Adobe Estabilizado con 10 % de Emulsión Asfáltica	4.15 Kg/cm <sup>2</sup>
Adobe Estabilizado con 15 % de Emulsión Asfáltica	4.97 Kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura 29.** Resultados de los ensayos de resistencia a flexión del adobe patrón y adobe estabilizado con emulsión asfáltica.



Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.6.7 Ensayo de Absorción de Agua

**Tabla 23.** Resultados del ensayo de absorción del adobe patrón.

Identificación	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Peso seco del adobe (g)	Peso saturado del adobe (g)	Absorción %
Patrón - 1	30.6	15.1	12.0	9508	....	....
Patrón - 2	30.3	15.3	13.6	9618	....	....
Patrón - 3	30.5	15.3	12.2	9735	....	....
					<b>Promedio</b>	....

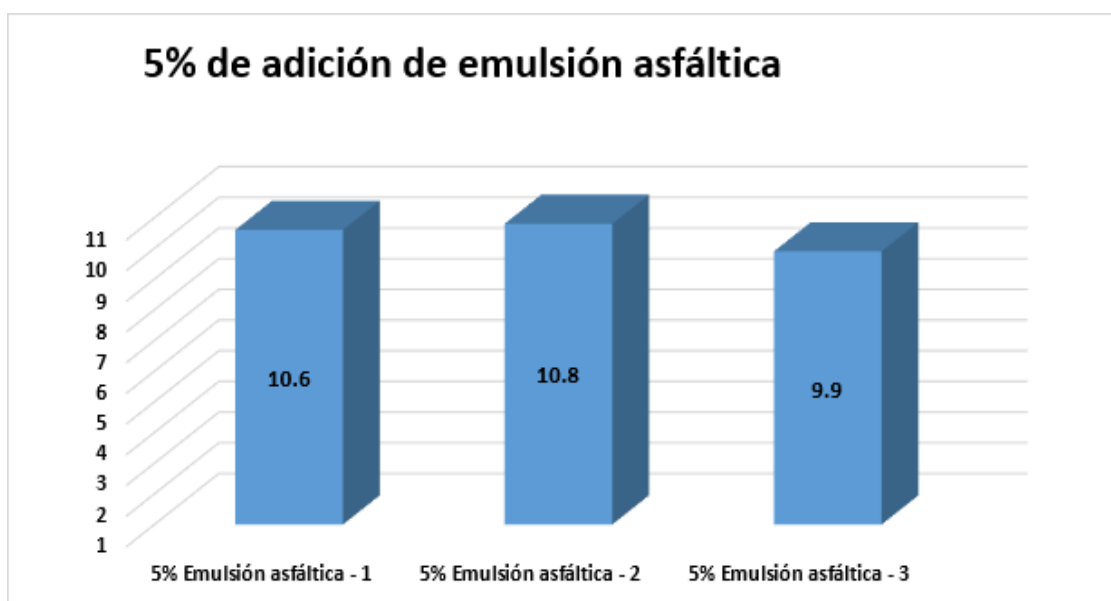
Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 24.** Resultados del ensayo de absorción del adobe estabilizado con el 5% de adición de emulsión asfáltica.

Identificación	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Peso seco del adobe (g)	Peso saturado del adobe (g)	Absorción %
5% Emulsión asfáltica - 1	30.3	15.6	12.4	9876	10927	10.6
5% Emulsión asfáltica - 2	30.2	15.3	12.8	9905	10974	10.8
5% Emulsión asfáltica - 3	30.8	15.3	12.2	9818	10785	9.9
<b>Promedio</b>						<b>10.4%</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Figura 30.** Ensayo de absorción del adobe adicionado con el 5% de emulsión asfáltica.



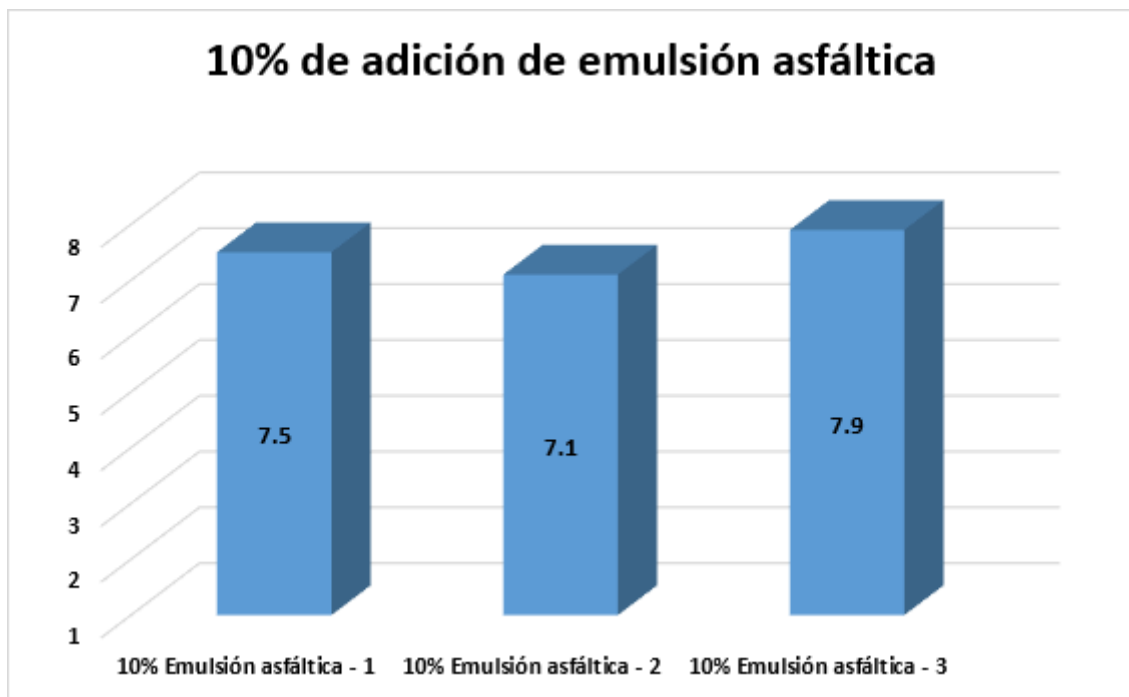
**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla 25.** Resultados del ensayo de absorción del adobe estabilizado con el 10% de adición de emulsión asfáltica.

Identificación	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Peso seco del adobe (g)	Peso saturado del adobe (g)	Absorción %
10% Emulsión asfáltica - 1	29.8	14.9	12.2	9652	10378	7.5
10% Emulsión asfáltica - 2	31.2	15.7	12.1	10107	10824	7.1
10% Emulsión asfáltica - 3	30.7	15.6	12.5	99818	10701	7.9
<b>Promedio</b>						<b>7.5%</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Figura 31.** Ensayo de absorción del adobe adicionado con el 10% de emulsión asfáltica.



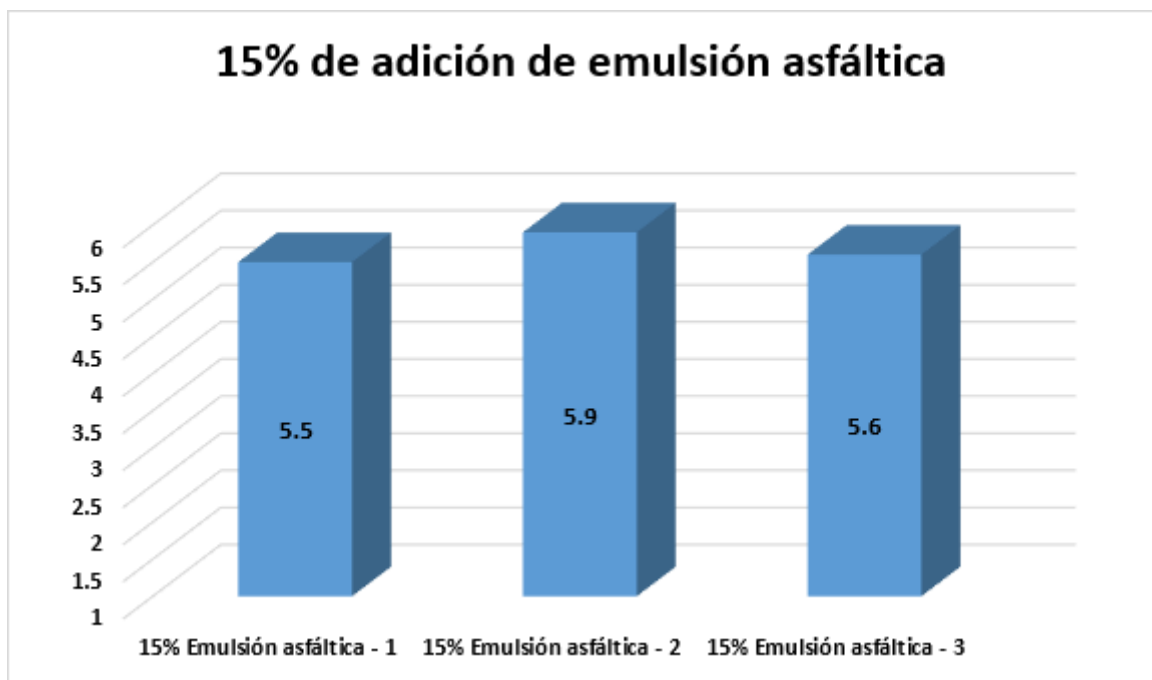
**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla 26.** Resultados del ensayo de absorción del adobe estabilizado con el 15% de adición de emulsión asfáltica.

Identificación	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Peso seco del adobe (g)	Peso saturado del adobe (g)	Absorción %
15% Emulsión asfáltica - 1	30.3	16.1	13.0	9393	9912	5.5
15% Emulsión asfáltica - 2	30.1	15.2	13.2	9658	10227	5.9
15% Emulsión asfáltica - 3	30.0	16.3	12.5	9669	10210	5.6
<b>Promedio</b>						<b>5.7%</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Figura 32.** Ensayo de absorción del adobe adicionado con el 15% de emulsión asfáltica.



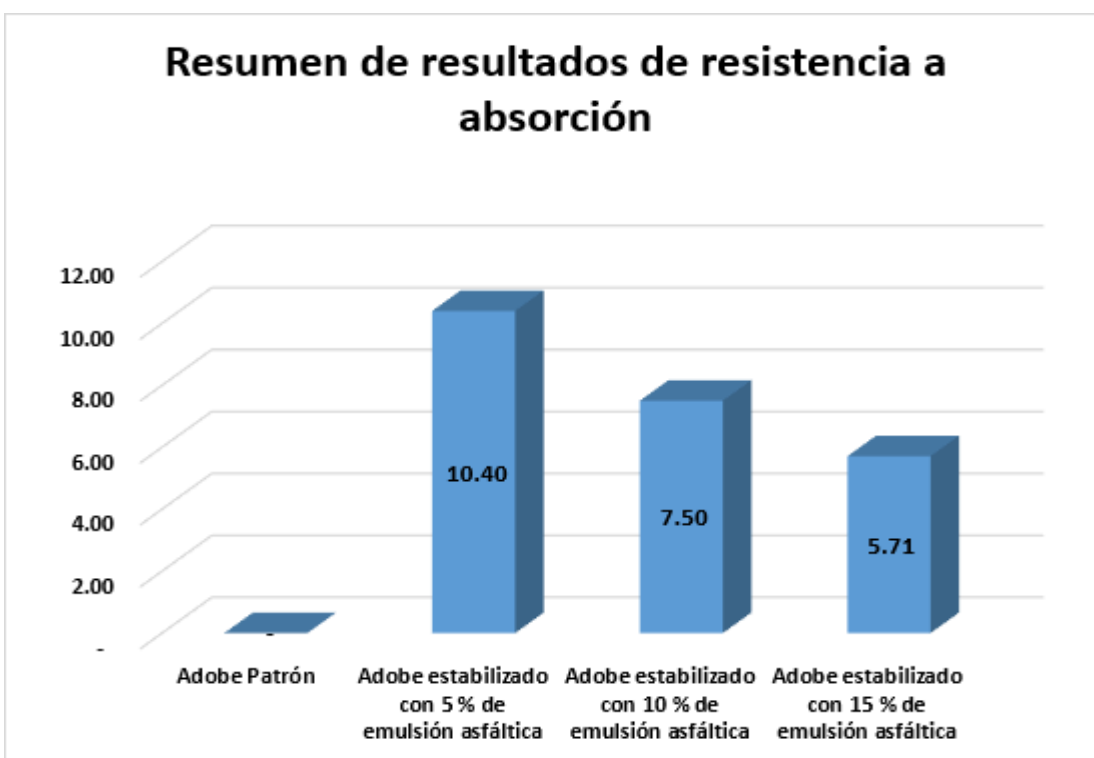
**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla 27.** Resultados de los ensayos de absorción del adobe patrón y adobe estabilizado con emulsión asfáltica.

Muestras	Absorción %
Adobe Patrón	0.00 %
Adobe Estabilizado con 5 % de Emulsión Asfáltica	10.40 %
Adobe Estabilizado con 10 % de Emulsión Asfáltica	7.50 %
Adobe Estabilizado con 15 % de Emulsión Asfáltica	5.71 %

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Figura 33.** Resultados de los ensayos de absorción del adobe patrón y adobe estabilizado con emulsión asfáltica.



**Fuente:** Elaboración Propia.

## **Resultado**

En la tabla N° 27 y Gráfico 33, se observa que el resultado obtenido en el laboratorio según el ensayo de Absorción % del Adobe patrón y Estabilizado con Emulsión Asfáltica. El adobe patrón no registró peso saturado, ya que el adobe se desintegró por completo en el agua y el porcentaje de absorción promedio del adobe estabilizado con 5%, 10% y 15% tuvieron valores de 10.40%, 7.50% y 5.71% indica que el adobe estabilizado llega a tener una buena impermeabilidad, sobre todo el de 15% ya que tiene una cantidad mucho mayor de emulsión asfáltica y poca absorción de agua.

## **V. DISCUSIÓN**

De acuerdo con los resultados presentados por: Romero(2017), Callasi (2017); Carhuanambo (2016) y Mantilla(2018), mencionan que la estabilización del adobe Patrón o tradicional con un estabilizador natural e industriales llegan a obtener una buena resistencia a la Compresión, Flexión y Absorción, por ello para el desarrollo de sus investigaciones se adicionaron estabilizadores naturales e industrial que al incorporar presentan una mejora notablemente en las propiedades físicas y mecánicas del adobe obteniendo así resultados favorables frente al adobe patrón o tradicional.

**Tabla 28: Discusión**

CARHUANAMBO, 2016			
Dosificación viruta	Compresión	Flexión	Absorción
1.50%	29.04 kg/cm <sup>2</sup>	20.67 kg/cm <sup>2</sup>	19.38%
3.00%	29.79 kg/cm <sup>2</sup>	19.38 kg/cm <sup>2</sup>	20.15%
4.50%	30.94 kg/cm <sup>2</sup>	23.34 kg/cm <sup>2</sup>	20.95%
Dosificación de aserrín	Compresión	Flexión	Absorción
1.50%	21.01 kg/cm <sup>2</sup>	18.06 kg/cm <sup>2</sup>	16.99%
3.00%	18.53 kg/cm <sup>2</sup>	9.81 kg/cm <sup>2</sup>	17.75%
4.50%	13.6 kg/cm <sup>2</sup>	12.48 kg/cm <sup>2</sup>	8.35%
ROMERO, CALLASI, 2017			
Dosificación del asfalto	Compresión	Flexión	Absorción
Patrón	9.76 kg/cm <sup>2</sup>	8.1 kg/cm <sup>2</sup>	-
5%	14.87 kg/cm <sup>2</sup>	9.8 kg/cm <sup>2</sup>	6.66%
10%	17.68 kg/cm <sup>2</sup>	11.2 kg/cm <sup>2</sup>	1.34%
MANTILLA ,2018			
Dosificación de viruta y caucho	Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Absorción
2%	30.25 kg/cm <sup>2</sup>	8.35 kg/cm <sup>2</sup>	-
3%	30.25 kg/cm <sup>2</sup>	8.35 kg/cm <sup>2</sup>	-
5%	27.57 kg/cm <sup>2</sup>	8.25 kg/cm <sup>2</sup>	-
PILLIHUAMAN, 2021			
Dosificación de emulsión asfáltica	Compresión	Flexión	Absorción
Patrón	4.41 kg/cm <sup>2</sup>	4.78 kg/cm <sup>2</sup>	-
5%	6.27 kg/cm <sup>2</sup>	3.42 kg/cm <sup>2</sup>	10.40%
10%	7.40 kg/cm <sup>2</sup>	4.15 kg/cm <sup>2</sup>	7.50%
15%	6.27 kg/cm <sup>2</sup>	4.97 kg/cm <sup>2</sup>	5.71%

**Fuente:** Elaboración propia (-) no registraron datos.

En la tabla N.º 28. Se observa que los resultados recopilados (antecedentes) de resistencia a Compresión, Flexión y Absorción, al añadirle viruta y aserrín tienen una resistencia a compresión mayor al nuestro y en flexión del mismo modo, pero al añadir caucho la resistencia a flexión es menor al nuestro y en el caso de la absorción al añadir el viruta y aserrín son casi iguales; pero al añadirle la emulsión asfáltica la resistencia a absorción es mucho mejor.

## VI. CONCLUSIONES

**Objetivo General:** Evaluar las propiedades físico mecánicas del adobe tradicional frente al adobe estabilizado con emulsión asfáltica.

Se ha evaluado la resistencia a la compresión, flexión y absorción del adobe estabilizado con emulsión asfáltica; concluimos que, al incrementar el porcentaje de emulsión asfáltica, usado como estabilizante industrial del adobe se observa una mejora de resistencia a la compresión y flexión comparación con el adobe (patrón) compuesto de tierra, agua y paja. También obtuvimos resultados positivos con la prueba de absorción, puesto que al término de 24 horas de sumergidos en el agua el adobe patrón se desintegró, mientras los adobes estabilizados mostraron una mejora considerable respecto al adobe patrón.

**Objetivo específico 1:** De qué manera varía el porcentaje de absorción de agua de un adobe estabilizado con emulsión asfáltica frente a un adobe tradicional.

Se determinó la resistencia a la prueba de Absorción del adobe estabilizado con emulsión asfáltica en 5%, 10% y 15%, en el adobe patrón como los estabilizados, absorbieron el 100% de agua (siendo el porcentaje máximo de absorción de 22 a 25% según la NTP albañilería; luego de estar sumergidos en agua por 24 horas, considerando una mejora en la resistencia a la absorción del adobe patrón fue 0%, mientras que los adobes estabilizados con 5%, 10% y 15% de emulsión asfáltica, obtuvieron un promedio de 10.40%, 7.50% y 5.71% respectivamente (Tabla N°10), observando que, a mayor proporción de emulsión asfáltica, la absorción de agua disminuye y se obtiene mejores resultados haciéndoles un poco impermeables.



**Objetivo específico 2:** De qué manera varía la resistencia a la compresión de un adobe estabilizado con emulsión asfáltica frente a un adobe tradicional.

Se determinó la resistencia a la compresión del adobe estabilizado con emulsión asfáltica en 5%, 10% y 15%. El adobe patrón (tierra, agua y paja), tuvo una resistencia a la compresión promedio de 6.64 kg/cm<sup>2</sup>, no llegando a superar el mínimo indicado en la Normativa vigente E.080 (10.2 kg/cm<sup>2</sup>); los adobes estabilizados con 5%, 10% y 15% de emulsión asfáltica, alcanzaron una resistencia a la compresión de 6.27 kg/cm<sup>2</sup>, 7.40kg/cm<sup>2</sup> y 6.27kg/cm<sup>2</sup> respectivamente (tal como consta en la Tabla N°10), y se puede concluir que, a mayor cantidad de emulsiónasfáltica, se obtiene mejores resultados.

**Objetivo específico 3:** De qué manera varía la resistencia a la flexión del adobe estabilizado con emulsión asfáltica frente a un adobe tradicional.

Se determinó la resistencia a flexión del adobe estabilizado con la emulsiónasfáltica en 5%, 10% y 15%. En el ensayo de módulo de ruptura, el adobe patrón, alcanzó una resistencia promedio de 4.76 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los adobes estabilizados con 5%, 10% y 15%de emulsión asfáltica, obtuvieron un promedio de 3.42 kg/cm<sup>2</sup>, 4.15 kg/cm<sup>2</sup> y 4.97 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente (Tabla N°), observando que, a mayor proporción de emulsión asfáltica, el módulo de ruptura se incrementa, superando el resultado del adobe patrón a partir del 5% de adición de emulsión asfáltica.

Se determinó el tipo de suelo empleado según la clasificación de suelos para la elaboración de adobes es un fue un SC-SM (Arena Limo Arcillosa), según SUCS, según AASHTO es un A-2-4 (0) (Arena Limo Arcillosa), se observó que el porcentaje de finos es de 29.4% y el porcentaje de arena es de 70.6% que según la Norma E-080 no menciona la composición de suelos como la Arcilla 10 – 20 %, limo 15 – 25 %y Arena 55 – 70 % suelos orgánicos no son recomendables, se concluye que nuestro material está dentro de los parámetros de modo que la clasificación de suelo ayuda a que los adobes estabilizados obtengan un buen resultado con respecto al adobe patrón.

Las hipótesis planteadas en un principio de la investigación se cumplen, porque al adicionar la emulsión asfáltica las propiedades tanto físicas y mecánicas mejoran sus resultados satisfactoriamente, en relación a resistencia a compresión aumentó la capacidad de resistencia hasta en un 25% en relación al adobe tradicional, en relación a la flexión se dio una mejora en un 5% con respecto a los resultados del adobe patrón y en relación a la absorción de agua se dio una mejora muy beneficiosa y satisfactoria mejorando los resultados hasta en un 50% comparado a resultados del adobe tradicional, lo que indica que añadir la emulsión asfáltica es muy favorable para soportar la humedad en gran medida.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 1.** Se recomienda una preparación dosificada de la mezcla y del mortero para el diseño del adobe y el asentado de unidades de adobe estabilizado con emulsión asfáltica, en la misma línea determinar sus propiedades físicas, mecánicas del suelo a emplear y de los adobes diseñados.
- 2.** Se recomienda considerar un porcentaje de variación dimensional para el diseño y fabricación de los moldes de madera a usar en la fabricación de las unidades de adobe tradicional y estabilizado.
- 3.** Se recomienda estudiar y proponer nuevos métodos y procesos de elaboración de las unidades de adobe artesanal y estabilizado, para minimizar el alabeo y las variabilidades dimensionales, con ello obtener adobes más simétricos y sin perder sus medidas iniciales diseñadas.
- 4.** Se recomienda elaborar algunas pruebas in-situ como el de realizar rollos y bolas de barro con el suelo que se van a utilizar en la elaboración de adobes para poder conocer el material si cumple o no con los requerimientos mínimos tal como recomienda la norma E-080, con ello garantizar una elección óptima del suelo.
- 5.** Se recomienda el uso de la emulsión asfáltica de secado lento para adicionar en la elaboración de adobes ya que este producto tiene propiedades y características particulares que mejoran las propiedades favorablemente en combinaciones de materiales.

**6.** Se recomienda el uso de la emulsión asfáltica para trabajos de estabilización de materiales entre el 15% a 25%, este tipo de material si su uso es excesivo o más delo común se comienza a armar y endurecer por lo tanto la mezcla del adobe se vuelve menos trabajable y difícil de homogenizar, con ello ya no es apto de dar forma para la elaboración de los bloques de adobe.

**7.** Se recomienda secar los bloques de adobe bajo un tendal para evitar un cambio brusco en la temperatura del ambiente y también así evitar fisuras tempranas, lo cual genera cambios y aminorar en su diseño inicial la resistencia a compresión, flexión y absorción.

## REFERENCIAS

- ROMERO, H. y CALLASI, J. Evaluación del comportamiento de las propiedades mecánicas del adobe artesanal y del adobe estabilizado con asfalto, Cusco, Perú, 2017, 189 pp.
- BOLAÑOS, P. Resistencia a compresión, flexión y absorción del 6 adobe compactado con adición de goma de tuna. Tesis Universidad de Piura, Perú, 2016, 65 pp.
- TAPIA, G. y HUANCACHOQUE, F. Evaluación del comportamiento físico-mecánico del adobe elaborado según la norma E.080, incluyendo mucilago de gigantón, empleando insumos de la región del cusco, comparado con el adobe tradicional artesanal elaborado en el sector adoberos, distrito de San Jerónimo-Cusco, Perú, 2016, 86pp.
- MUSULINI, P. Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar Cal. Tesis (Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Florencia, 2017, 49 pp.
- CÁCERES, J. Análisis de la resistencia mecánica del adobe estabilizado con cal y compactado para construcciones ecológicas-económicas en Cajamarca- Perú, 2017, 27 pp.
- Torres, O. Prototipo de vivienda social modular emergente, con adobe estabilizado, para el caso de erupción del volcán Cotopaxi. Tesis (Doctoral). Universidad de Málaga, España, 2017.
- SALVADOR, E. Evaluación del comportamiento a compresión de las unidades de adobe convencional frente a las unidades de adobe estabilizado con cemento y asfalto Caraz. Ancash -Perú, 2019.
- TEIXEIRA, Tiago. Estudio de las propiedades de las fábricas históricas de adobe como soporte a intervenciones de rehabilitación. Madrid: S.N. España, 2015.
- QUEIROZ, M. Arquitectura de tierra en Iberoamérica. Adición de viruta de cedro; técnicas constructivas, Salvador- Brasil, 2016.

Disponible [http://www.caminosostenible.org/wpcontent/uploads/BI\\_BLIOTECA/Arquitectura%20de%20Tierra%20en%20Iberoamerica.pdf](http://www.caminosostenible.org/wpcontent/uploads/BI_BLIOTECA/Arquitectura%20de%20Tierra%20en%20Iberoamerica.pdf)

- GALVÁN, H. Criterios de análisis y diseño de una mezcla asfáltica en frío con pavimento reciclado y emulsión asfáltica, Lima-Perú, 2015, 41pp.
- BLONDET, M., & VARGAS, J. Casas sismo resistentes y saludables de adobe reforzado con cuerdas. Lima-Perú, 2015.
- CAYCHO, D., & Paredes, J. Control de la trituración de los ladrillos huecos en muros de albañilería confinada sujetos a carga lateral cíclica. Lima. Perú, 2019.
- MÁRQUEZ CALDERÓN, Jhon. Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta de Eucalipto. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2018, 57 pp.
- DE LA PEÑA ESTRADA, D. Adobe, características y sus principales usos en la construcción. Ciudad de México, 2017.
- DUARTE, J. L. Modificación de un asfalto con caucho reciclado de llanta para su aplicación en pavimentos, Lima-Perú, 2015.
- AGUILAR, F. y QUEZADA, S. Caracterización física y mecánica del adobe en el cantón cuenca. Tesis Doctoral, Universidad de los Andes, Colombia, 2017, 59pp.
- MORALES, J., ORTIZ, M., & ALAVÉS, R. Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe compactado. Naturaleza y Desarrollo, 2007, 41pp.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. “Norma Técnica de Edificación E.080 Adobe”. Lima- Perú, 2016.
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. Manual de construcción, edificaciones antisísmicas de adobe. Lima- Perú: noviembre de 2014.  
Disponible:[http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Manuales\\_guias/MA%20ADDOBE.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Manuales_guias/MA%20ADDOBE.pdf)
- LLUMITASIG, N. y SIZA, G. 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, Universidad de Cuenca, Ecuador, 2017, 21pp.
- HURTADO SALDAÑA, O. Características físicas y mecánicas de unidades de adobe con hojas de pino y aserrín en el distrito de Socotá, Cajamarca, 2018. Tesis (Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, 2018.  
Disponibile en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/27661>
  - MORALES, R. Manual para la construcción de viviendas de adobe. Lima: PUCP. Perú, 2014, 146 pp.
  - Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Lima, Perú. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). “Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda”. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Lima, Perú, 2017.
  - ASTM C127 - 04. Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, la Densidad Relativa (Gravedad Específica), y la Absorción de Agregados Gruesos. Estados Unidos, 2015.
  - INDECOPI. Norma Técnica Peruana 339.127. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. Lima- Perú, 2013.
  - INDECOPI. Norma Técnica Peruana 339.129. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. Lima- Perú, 2013.
  - Norma Técnica Peruana 339.128. SUELOS. Método de Ensayo para el Análisis Granulométrico. Indecopi, Lima-Perú, 2013.
  - NORMA UNE 41410. Normalización de la Tierra. Madrid - España, 2018, 53 pp.
  - Norma Técnica Peruana 339.134. SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de clasificación de suelos, SUCS). Indecopi, Lima-Perú, 2019.

- Norma Técnica Peruana 339.613. Métodos de Muestreo y ensayo de compresión unidades de albañilería. Lima – Perú, 2013.
- Norma Técnica Peruana. 339.078. Métodos de Muestreo y ensayo de alabeo de unidades de adobe. Lima- Perú,2013.
- Norma Técnica Peruana. Resistencia a la Flexión o Módulo de rotura. Lima-Perú, 2013.  
Disponible: <http://ecocosas.com/arq/eladobe/>.
- Norma Técnica Peruana. 399.613. Absorción. Lima-Perú, 2013.
- Reglamento Nacional de Edificaciones, E-080. Adobe. ICG. Lima, Perú, 2016, 351 pp.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Estados Unidos, 2015.  
Disponible: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/j6439s/j6439s08.pdf>.
- Ministerio de Vivienda, C. Manual de Construcción - Edificaciones Antisísmicas de Adobe. Lima, 2014, 64 pp.
- INEI. (Censo). Población y viviendas según el material predominante en las paredes, Lima- Perú, 2017.  
Disponible en: <http://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>.
- JUÁREZ, E., & RICO, A. Mecánica de Suelos. Editorial: Limusa. México, 2015, 421pp.
- Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass<sup>1</sup> Designation: D2216 – 10. EE. UU, 2014.
- Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)<sup>1</sup> Designation: D2487 – 11. EE. UU, 2014.

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de consistencia

#### “Comparación de propiedades físico mecánicas de adobe tradicional frente al adobe estabilizado con emulsión asfáltica, en Centro Poblado Sihue, Ayacucho 2021”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General:				
¿Qué diferencias existen en las propiedades físico mecánicas del adobe tradicional frente al adobe estabilizado con emulsión asfáltica, Centro Poblado Sihue, Ayacucho, 2021?	Evaluar las propiedades físico mecánicas del adobe tradicional frente al adobe estabilizado con emulsión asfáltica, Centro Poblado Sihue, Ayacucho, 2021.	El adobe estabilizado con emulsión asfáltica presenta mejores propiedades físico mecánicas frente a las unidades de adobe tradicional, Centro Poblado Sihue, Ayacucho, 2021.	<b>Variable independiente (X):</b> Adobe estabilizado adicionando emulsión asfáltica.	Porcentajes de adición	5% 10% 15%	Formato laboratorio RNE E-0.80
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicos:				
¿De qué manera varía el porcentaje de absorción de agua de un adobe estabilizado con emulsión asfáltica frente a un adobe tradicional, Centro Poblado de Sihue, Ayacucho, 2021?	Determinar la variación del porcentaje de absorción de agua de un adobe estabilizado con emulsión asfáltica frente a un adobe tradicional, Centro Poblado de Sihue, Ayacucho, 2021.	La adición de la emulsión asfáltica influye en las propiedades físicas del adobe estabilizado frente a un adobe tradicional, Centro Poblado de Sihue, Ayacucho, 2021.	<b>Variable dependiente (Y):</b> Propiedades físicas y mecánicas del adobe	<b>Propiedades físicas</b>	Clasificación de suelos Proctor modificado Porcentaje de absorción	Ensayos de clasificación de suelos Ensayo de Proctor Modificado ASTM D4318-2216 Ensayo de absorción de agua NTP 399.613 RNE E-0.80
¿De qué manera varía la resistencia a la compresión de un adobe estabilizado con emulsión asfáltica frente a un adobe tradicional, Centro Poblado de Sihue, Ayacucho, 2021?	Determinar la variación de la resistencia a la compresión de un adobe estabilizado con emulsión asfáltica frente a un adobe tradicional, Centro Poblado Sihue, Ayacucho, 2021.	La incorporación de la emulsión asfáltica influye en la resistencia a la compresión de un adobe estabilizado con respecto a un adobe tradicional, Centro Poblado de Sihue, Ayacucho, 2021.			Clasificación de suelos Proctor modificado Resistencia a la compresión	Ensayos de clasificación de suelos Ensayo de Proctor Modificado ASTM D4318-2216 Ensayo de resistencia a la Compresión NTP 399.613 RNE E-0.80
¿De qué manera varía la resistencia a la flexión del adobe estabilizado con emulsión asfáltica frente a un adobe tradicional, Centro Poblado de Sihue, Ayacucho, 2021?	Determinar la variación de la resistencia a la flexión del adobe estabilizado con emulsión asfáltica frente a un adobe tradicional, Centro Poblado de Sihue, Ayacucho, 2021.	La adición de la emulsión asfáltica influye en la resistencia a la flexión de un adobe estabilizado con respecto a un adobe tradicional, Centro Poblado de Sihue, Ayacucho, 2021.			<b>Propiedades mecánicas</b>	Clasificación de suelos Proctor modificado Resistencia a la Flexión



**Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables**

**“Comparación de propiedades físico mecánicas de adobe tradicional frente al adobe estabilizado con emulsión asfáltica, en Centro Poblado Sihue, Ayacucho 2021”**

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Variable Independiente(X):</b> Adobe estabilizado adicionando emulsión asfáltica	Según la Norma Técnica Peruana E-080 - Adobe (2014), es el adobe en el que se ha incorporado otros materiales como el (cemento, asfalto, cal, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad.	El comportamiento de resistencia del adobe estabilizado se medirá través de la adición de la emulsión asfáltica en diversos porcentajes de dosificación con el fin de mejorar al diseño de la mezcla del adobe.	Porcentaje de dosificación	5% 10% 15%	Razón
<b>Variable dependiente(Y):</b> Propiedades físicas y mecánicas del adobe	Según Teixeira (2015), las propiedades físico-mecánicas de las estructuras de adobe son las que determinan la capacidad para poder soportar cargas por unidad de área, se expresa por medio de los esfuerzos, estos son llamados la resistencia a la compresión y flexión, de la misma forma la capacidad del adobe para poder absorber el agua, por unidad de área.	Las propiedades físicas y mecánicas del adobe en gran medida son las más afectadas cuando se presentan desastres naturales y suelen ser vulnerables, por ello adicionando la emulsión asfáltica mediremos la resistencia a la compresión, flexión y el porcentaje de absorción de los mismos.	Propiedades físicas	Clasificación de suelos Próctor modificado Absorción	Razón
			Propiedades mecánicas	Clasificación de suelos Proctor modificado Resistencia a la compresión	Razón
				Clasificación de suelos Proctor modificado Resistencia a la Flexión	Razón

Anexo 3: Boleta de pago



**INGENIERIA GEOTECNICA Y  
CONTROL DE CALIDAD S.A.C. -  
INGEOCONTROL S.A.C.**

PRINCIPAL = MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB.  
MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS - CONTROL DE CALIDAD  
- LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES -  
VENTA DE EQUIPOS DE ENSAYOS

RUC 20602979190

**BOLETA DE VENTA  
ELECTRÓNICA**

BB01-2

RUC/DNI 71113602  
CLIENTE PILLIHUAMAN OYOLA DENYS  
DIRECCIÓN SIN DIRECCIÓN

FECHA EMISIÓN 03/06/2021  
FECHA VENCIMIENTO -  
MONEDA SOLES

Nº	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANT.	P. UNIT.	TOTAL	DSCTO
1	UNIDADES	SERVICIO QUE SE PRESTA PARA TESIS COMPARACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE ADOBE TRADICIONAL FRENTE AL ADOBE ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, CENTRO POBLADO SHUE, AYACUCHO 2021	1.00	848.90	848.90	0.00
SON OCHOCIENTOS CUARENTA Y OCHO Y 90/100 SOLES						
				<b>GRAVADO</b>	S/	719.41
				<b>I.G.V. 18%</b>	S/	129.49
				<b>TOTAL</b>	<b>S/</b>	<b>848.90</b>

USUARIO JGUTIERREZ - 03/06/2021 02:57 PM  
Cuentas Bancarias Cuenta corriente BBVA Continental Soles: 0011-0174-0100045491-06  
Código de cuenta Interbancario (CCI): 011-174-000100045491-06  
Cuenta de deducciones Banco de la Nación soles: 00-059-106031

Autorizado mediante resolución N° 034-005-0010431/SUNAT  
Representación impresa de la BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA  
Para consultar el comprobante visita [www.keyfacil.com](http://www.keyfacil.com)  
Resumen KGNw3GTmD0fymVAqw6lquMn+YpQ=




INGEOCONTROL agradece su preferencia.

**KeyFacil™**

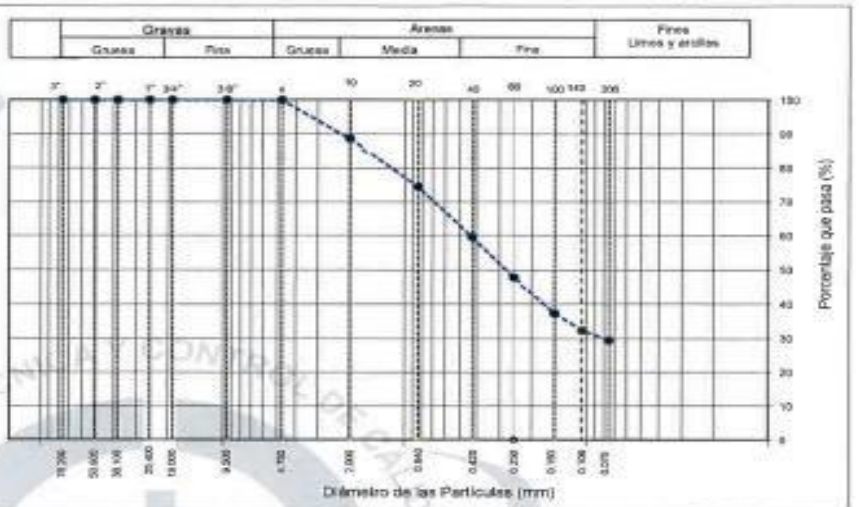
Comprobante emitido a través de [www.keyfacil.com](http://www.keyfacil.com)

# Anexo 4: Resultados de los ensayos de laboratorio

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-01
	<b>ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS</b>	Versión	01
		Fecha	07-05-2021
		Página	1 de 1

Proyecto	Comparación De Propiedades Físico Mecánicas De Adobe Tradicional Frente Al Adobe Estabilizado Con Emulsión Asfáltica, Centro Poblado Sihya, Ayacucho 2021.	Registro N°	IGC21-LEM-182-01
Cliente	Denys Páihuaman	Muestrado por	Solicitante
Solicitante	Denys Páihuaman	Ensayado por	B. Melgar
Ubicación de Proyecto	Ayacucho	Fecha de Ensayo	7/5/2021
Materia	Terrazo Natural	Turno	Diurno
Código de Muestra	---	Profundidad	--- m
Sondaje / Calicata	---	Norte	---
N° de Muestra	M-1	Este	---
Progresiva	---	Oeste	---
		Suroeste	---

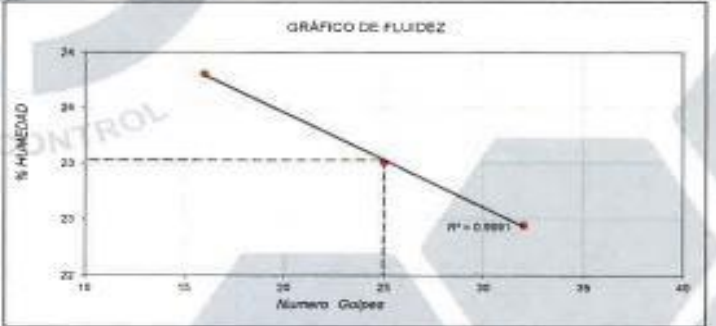
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	100.0	
3/8"	9.502	100.0	
N° 4	4.750	100.0	
N° 10	2.000	88.7	
N° 20	0.840	74.5	
N° 40	0.425	59.8	
N° 60	0.250	47.7	
N° 100	0.150	37.3	
N° 140	0.106	32.5	
N° 200	0.075	29.4	



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.2
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 ± 0.5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	SC-SM Arena fino arcillosa
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secado al horno a 110 ± 0.5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



LÍMITE LÍQUIDO	23
LÍMITE PLÁSTICO	17
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	6
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	2.8
ÍNDICE DE LIQUEZ (IL)	-1.2
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SC - SM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (0)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena fino arcillosa

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	0.0
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	70.6
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	29.4

INGEOCONTROL SAC		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD</b> Este documento no debe ser usado en forma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (SEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Asesoramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGENEOCONTROL	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico



INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO

Código	AE-PG-11
Versión	01
Fecha	30-06-2018
Página	1 de 1

PROYECTO	Comparación De Propiedades Físico Mecánicas De Adobe Tradicional Frente Al Adobe Estabilizado Con Emulsión Asfáltica, Centro Poblado Sihua, Ayacucho 2021	REGISTRO N°	IGC21-LEM-182-02
SOLICITANTE	Dénys Píñahuan	MUESTREADO POR	Solicitante
CLIENTE	Dénys Píñahuan	ENSAYADO POR	B. Melgar
UBICACIÓN DE PROYECTO	Ayacucho	FECHA DE ENSAYO	7/5/2021
MATERIAL	Terrazo Natural	TURNO	Diurno

Procedencia	---	Profundidad	---
Sonaje / Calicla	---	Norte	---
N° de Muestra	---	Este	---
Progresiva	---	Oeste	---

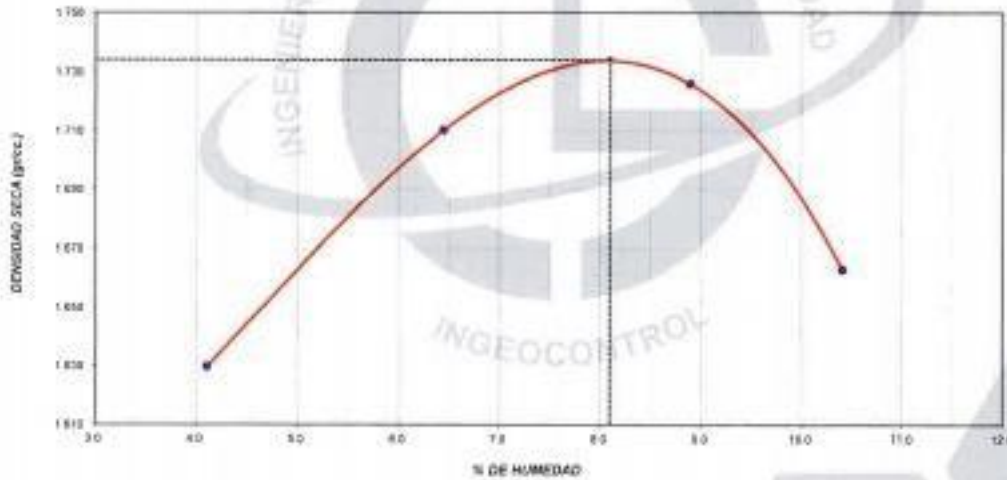
Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/m<sup>3</sup>) (2,700 kN-m/m<sup>3</sup>)  
(Ensayo de compactación - Proctor Modificado)  
ASTM D1557 - 12e1

MÉTODO DE ENSAYO	A		
Volumen Molde	946	cm <sup>3</sup>	
Peso Molde	3023	g	

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumétrico Humedo	gr	1.897	1.820	1.879	1.836
Contenido de agua	%	4.1	6.4	8.9	10.4
Densidad Seca	gr/cc	1.830	1.710	1.726	1.663

Densidad Máxima Seca:	1,734	gr/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Óptima:	8.7	%
-----------------------	-------	--------------------	---------------------------	-----	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- \* Muestra tomada en campo por el SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC

<p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p><i>[Firma]</i></p> <p>Luk A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL</p>	<p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p><i>[Firma]</i></p> <p>Rafaelo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico</p>
--	--	---

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FC-101
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ADOBE REFORZADO</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO	Comparación De Propiedades Físico Mecánicas De Adobe Tradicional Frente Al Adobe Estabilizado Con Emulsión Asfáltica, Centro Poblado Sirua, Aysacucho 2021	REGISTRO N°:	IGC21-LEM-182-03
CLIENTE	: Denys Pílluaman	REALIZADO POR :	R. Layva
SOLICITANTE	: Denys Pílluaman	REVISADO POR :	L. Melgar
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Aysacucho	FECHA DE ENSAYO :	20/05/2021
FECHA DE EMISIÓN	: 22/5/2021	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Unidades de adobe		
Presentación	: Cúbica		
Pc de diseño	: ---		

**Resistencia a la compresión en unidades de adobe  
NORMA E.000 / NTP 339.613 unidades de albañilería**

IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	W (Kgf)	C (Kg/cm <sup>2</sup> )	C (kPa)	C + REDON (60 kPa)
Unidad de Adobe - PATRÓN	13.00	13.04	169.5	613.8	4.80	470.7	483
Unidad de Adobe - PATRÓN	12.50	13.39	167.4	777.6	4.65	455.6	483
Unidad de Adobe - PATRÓN	11.71	13.81	161.7	582.0	3.60	352.9	345
Unidad de Adobe - PATRÓN	11.89	12.68	150.8	514.3	3.41	334.5	345
Unidad de Adobe - PATRÓN	11.86	12.77	151.5	728.5	4.88	478.2	483
Unidad de Adobe - PATRÓN	12.16	13.18	160.3	618.6	5.11	500.9	483

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

<b>INGEOCONTROL S.A.C.</b>		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (JLM INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, sea copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerado como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	<b>REVISADO POR</b>	<b>AUTORIZADO POR</b>
	Nombre y Firma:  Luis Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL	Nombre y Firma:  Arnaldo Perez Escoscco CIP: 190140 Gerente Técnico



## INFORME

## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ADOBE REFORZADO

Código	AE-PO-101
Versión	01
Fecha	23-04-2010
Página	1 de 1

PROYECTO : Comparación De Propiedades Físico-Mecánicas De Adobe Tradicional Frente Al Adobe Estabilizado Con Emulsión Asfáltica, Centro Poblado Sibue, Ayacucho 2021

CLIENTE : Genys Pilhuaman

SOLICITANTE : Genys Pilhuaman

UBICACIÓN DE PROYECTO : Ayacucho

FECHA DE EMISIÓN : 22/05/2021

REGISTRO N°: IGC21-LEM-182-04

REALIZADO POR : R. Leyva  
REVISADO POR : L. Melgar  
FECHA DE ENSAYO : 20/05/2021  
TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Unidades de adobe  
Presentación : Cubica  
Escala de diseño : ---

Resistencia a la compresión en unidades de adobe  
NORMA E.080 / NTP 339.613 unidades de albañilería

IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	W (Kgf)	C (Kgf/cm <sup>2</sup> )	C (kPa)	C = REDON (69 kPa)
Unidad de Adobe - 5% EMULSIÓN ASF.	12.80	12.9	162.5	1060.0	6.64	651.5	621
Unidad de Adobe - 5% EMULSIÓN ASF.	12.85	12.75	161.3	1451.4	9.00	882.5	897
Unidad de Adobe - 5% EMULSIÓN ASF.	11.80	13.3	156.9	1229.8	7.84	768.5	789
Unidad de Adobe - 5% EMULSIÓN ASF.	12.30	12.7	156.2	684.6	4.38	429.8	414
Unidad de Adobe - 5% EMULSIÓN ASF.	11.95	12.7	151.8	994.0	6.55	644.4	648
Unidad de Adobe - 5% EMULSIÓN ASF.	12.10	13.0	157.3	989.8	6.27	615.2	621

## OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

## INGEOCONTROL, SAC

## AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales, S.A.M-INGEOCONTROL y Jefe de Asesoramiento de la Ciudad.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento. Toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.

La aceptación y uso de los resultados emitidos conlleva a entera responsabilidad del usuario solicitante.

## REVISADO POR

Nombre y firma:

  
Luis Melgar Angeles  
Jefe de Laboratorio  
INGEOCONTROL

## AUTORIZADO POR

Nombre y firma:

  
Arnaldo Perez Coscco  
CIP: 190140  
Gerente Técnico



## INFORME

## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ADOBE REFORZADO

Código	AB-PO-101
Versión	01
Fecha	30-04-2018
Página	1 de 1

PROYECTO : Comparación De Propiedades Físico Mecánicas De Adobe Tradicional Frente Al Adobe Estabilizado Con Emulsión Asfáltica, Centro Poblado Sihu, Ayacucho 2021

CLIENTE : Denys Pilihuaman

SOLICITANTE : Denys Pilihuaman

UBICACIÓN DE PROYECTO : Ayacucho

FECHA DE EMISIÓN : 22/5/2021

REGISTRO N°: IGC21-LEM-182-05

REALIZADO POR : R. Leyva  
 REVISADO POR : L. Melgar  
 FECHA DE ENSAYO : 20/05/2021  
 TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Unidades de adobe  
 Presentación : Cúbica  
 Fc de diseño : ...

Resistencia a la compresión en unidades de adobe  
 NORMA E.080 / NTP 339.613 unidades de albañilería

IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	W (Kgf)	C (Kg/cm <sup>2</sup> )	C (kPa)	C = REDON (69 kPa)
Unidad de Adobe - 10% EMULSIÓN ASF.	12.50	12.7	158.8	1744.3	10.99	1077.5	1104
Unidad de Adobe - 10% EMULSIÓN ASF.	12.20	13	158.6	1105.5	6.98	684.2	699
Unidad de Adobe - 10% EMULSIÓN ASF.	12.30	13	159.9	1137.8	7.12	697.8	699
Unidad de Adobe - 10% EMULSIÓN ASF.	12.00	12.1	145.2	899.9	6.20	607.8	621
Unidad de Adobe - 10% EMULSIÓN ASF.	12.10	12.8	154.9	1103.7	7.13	698.5	699
Unidad de Adobe - 10% EMULSIÓN ASF.	12.05	12.2	147.0	881.2	5.99	587.8	621

## OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

## INGEOCONTROL SAC

## AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales QDM-INGEOCONTROL y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.

La interpretación y uso de los resultados emitidos, queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.

## REVISADO POR


Nombre y firma:

Lucía Melgar Angeles  
 Jefe de Laboratorio  
 INGEOCONTROL

## AUTORIZADO POR

Nombre y firma:

Arnaldo Perez Coscco  
 CIP: 190140  
 Gerente Técnico

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FD-001
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ADobe REFORZADO</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Folio	1 de 1

PROYECTO : Comparación De Propiedades Físico Mecánicas De Adobe Tradicional Frente Al Adobe Estabilizado Con Emulsión Asfáltica, Centro Poblado Sibue, Ayacucho 2021

REGISTRO N°: IGC21-LEM-182-06

CLIENTE : Denys Pilihuaman  
SOLICITANTE : Denys Pilihuaman  
UBICACIÓN DE PROYECTO : Ayacucho  
FECHA DE EMISIÓN : 22/5/2021

REALIZADO POR : R. Luyva  
REVISADO POR : L. Melgar  
FECHA DE ENSAYO : 20/06/2021  
TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Unidades de adobe  
Presentación : Cúbica  
Fc de diseño : —

**Resistencia a la compresión en unidades de adobe  
NORMA E.080 / NTP 339.613 unidades de albañilería**

IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	W (Kg)	C (Kg/cm <sup>2</sup> )	C (kPa)	C * REDON (88 kPa)
Unidad de Adobe - 15% EMULSIÓN ASF.	12.40	12.5	155.0	740.3	4.78	466.4	483
Unidad de Adobe - 15% EMULSIÓN ASF.	11.80	12.6	149.7	676.4	5.89	576.1	582
Unidad de Adobe - 15% EMULSIÓN ASF.	12.10	13	157.3	1714.4	10.90	1058.8	1035
Unidad de Adobe - 15% EMULSIÓN ASF.	11.90	12.4	147.6	793.9	5.11	501.0	483
Unidad de Adobe - 15% EMULSIÓN ASF.	12.00	12.5	150.0	710.8	4.74	464.7	483
Unidad de Adobe - 15% EMULSIÓN ASF.	11.50	12.4	142.6	664.7	4.66	454.7	421

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

<b>INGEOCONTROL SAC</b>		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LIM-842200000000) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	<b>REVISADO POR</b>	<b>AUTORIZADO POR</b>
	Nombre y firma:  <b>Luis A. Melgar Angeles</b> Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL	Nombre y firma:  <b>Arnaldo Pérez Ccoscco</b> CIP: 190140 Gerente Técnico





## FORMATO

Código: AE-PO-124

## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA EN UNIDADES DE ADOBE

Versión: 01

Fecha: 28-04-2016

Página: 1 de 1

Proyecto: Comparación De Propiedades Físico Mecánicas De Adobe Tradicional Frente Al Adobe Estabilizado Con Emulsión Asfáltica, Centro Poblado Shue, Ayacucho 2021

Registro N°: IGC21-LEM-182-07

Solicitante: Denys Pijhuaman

Realizado por: R. Layva

Cliente: Denys Pijhuaman

Revisado por: L. Melgar

Ubicación de Proyecto: Ayacucho

Fecha de Ensayo: 21/05/2021

Fecha de Emisión: 22/5/2021

Turno: Día

Tipo de muestra: Unidad de Adobe

Presentación: Prisma rectangular

F/c de diseño: ---

Módulo de rotura (Ensayo de flexión)  
NORMA E.080 / NTP 339.613 unidades de albañilería

IDENTIFICACIÓN	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	LUZ LIBRE (cm)	W (Kg)	W (N)	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	MÓDULO DE ROTURA (Mpa)
Unidad de Adobe - PATRÓN	15.5	13.6	20	440.6	4316.67	6.61	0.45
Unidad de Adobe - PATRÓN	15.6	12.7	20	317.6	3116.67	3.79	0.37
Unidad de Adobe - PATRÓN	15.2	11.8	20	413.6	4056.01	5.67	0.58



## OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

## INGEOCONTROL SAC

## AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:

Este documento es propiedad sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.

La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.

## REVISADO POR

Nombre y firma:

  
Luis A. Melgar Angeles  
Jefe de Laboratorio  
INGEOCONTROL

## AUTORIZADO POR

Nombre y firma:

  
Arnaldo Perez Coscco  
CIP: 190140  
Gerente Técnico



## FORMATO

## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA EN UNIDADES DE ADOBE

Código	AE-FO-124
Versión	01
Fecha	30-04-2018
Página	1 de 1

Proyecto : Comparación De Propiedades Físico Mecánicas De Adobe Tradicional Frente Al Adobe Estabilizado Con Emulsión Asfáltica, Centro Poblado Sihue, Ayacucho 2021

Registro N°: IGC21-LEM-182-09

Solicitante : Denys Píllhuanan  
 Cliente : Denys Píllhuanan  
 Ubicación de Proyecto : Ayacucho  
 Fecha de Emisión : 22/5/2021

Realizado por : R. Leyva  
 Revisado por : L. Melgar  
 Fecha de Ensayo : 21/5/2021  
 Turno : Ojuno

Tipo de muestra : Unidad de Adobe  
 Presentación : Prisma rectangular  
 Fc de diseño : —

Módulo de rotura (Ensayo de flexión)  
 NORMA E.080 / NTP 339.613 unidades de albañilería

IDENTIFICACIÓN	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	LUZ LIBRE (cm)	W (Kg)	W (N)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	MODULO DE ROTURA (Mpa)
Unidad de Adobe - 5% EMULSIÓN ASF.	15.8	12.5	20	287.8	2822.37	3.54	0.35
Unidad de Adobe - 5% EMULSIÓN ASF.	15.7	12.9	20	283.6	2585.05	3.03	0.30
Unidad de Adobe - 5% EMULSIÓN ASF.	15.4	12	20	272.3	2670.38	3.68	0.36

## OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

## INGEOCONTROL SAC

<p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohíbe la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p><i>Luis A. Melgar</i></p> <p>Luis A. Melgar Angeles          Jefe de Laboratorio          INGEOCONTROL</p>	<p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p><i>Arnaldo Pérez</i></p> <p>Arnaldo Pérez Escocco          CIP: 190140          Gerente Técnico</p>



FORMATO  
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA EN UNIDADES DE ADOBE

Código	AE-PO-124
Versión	01
Fecha	26-04-2018
Página	1 de 1

Proyecto : Comparación De Propiedades Físico Mecánicas De Adobe Tradicional Frente Al Adobe Estabilizado Con Emulsión Asfáltica, Centro Poblado Sihu, Ayacucho 2021 Registro N°: IGC21-LEM-182-89  
Solicitante : Dany Páhuaman Realizado por : R. Lúyva  
Cliente : Dany Páhuaman Revisado por : L. Mejar  
Ubicación de Proyecto : Ayacucho Fecha de Ensayo : 21/5/2021  
Fecha de Emisión : 22/5/2021 Turno : Diurno

Tipo de muestra : Unidad de Adobe  
Presentación : Prisma rectangular  
F/c de diseño : ---


Módulo de rotura (Ensayo de flexión)  
NORMA E.080 / NTP 339.613 unidades de albañilería

IDENTIFICACIÓN	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	LUZ LIBRE (cm)	W (Kg)	W (N)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	MODULO DE ROTURA (Mpa)
Unidad de Adobe - 10% EMULSIÓN ASF.	15.3	11.8	20	319.7	3135.20	4.50	0.44
Unidad de Adobe - 10% EMULSIÓN ASF.	15	12	20	304.7	2986.10	4.23	0.41
Unidad de Adobe - 10% EMULSIÓN ASF.	15.5	13.6	20	306.4	3426.11	3.73	0.37

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- Prohíbese la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
<p>Este documento no debe validarse sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohíbese la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p>Nombre y firma:</p> Luis A. Mejar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL	<p>Nombre y firma:</p> Arnaldo Perez Scoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-124
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA EN UNIDADES DE ADOBE</b>	Versión	01
		Fecha	28-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	Comparación De Propiedades Físico Mecánicas De Adobe Tradicional Frente Al Adobe Estabilizado Con Emulsión Asfáltica, Centro Poblado Bihue, Ayacucho 2021	Registro N°:	IGC21-LEM-182-10
Solicitante	Darys Pilihuaman	Realizado por :	R Leyva
Cliente	Darys Pilihuaman	Revisado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	Ayacucho	Fecha de Ensayo:	21/03/2021
Fecha de Emisión	22/05/2021	Tiempo:	Quinto

Tipo de muestra	Unidad de Adobe
Presentación	Prisma rectangular
E/C de diseño	---

**Módulo de rotura (Ensayo de flexión)  
NORMA E.080 / NTP 339.613 unidades de albañilería**

IDENTIFICACIÓN	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	LUZ LIBRE (cm)	W (Kg)	W (N)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm2)	MODULO DE ROTURA (Mpa)
Unidad de Adobe - 15% EMULSIÓN ASF.	15.5	12.3	20	383.5	3760.87	4.91	0.48
Unidad de Adobe - 15% EMULSIÓN ASF.	15	11.9	20	334	3275.44	4.72	0.46
Unidad de Adobe - 15% EMULSIÓN ASF.	15.8	11.9	20	394.6	3869.72	5.29	0.52



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

**INGEOCONTROL SAC**

**AVISO DE CONFIDENCIALIDAD**

Este documento no tiene validez sin la firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.

La interpretación y uso de los resultados emitidos quedan a entera responsabilidad del usuario solicitante.


**REVISADO POR**


Nombre y firma:

  
 Luis A. Melgar Angeles  
 Jefe de Laboratorio  
 INGEOCONTROL

**AUTORIZADO POR**

Nombre y firma:

  
 Arnaldo Perez Escosco  
 CIP: 190140  
 Gerente Técnico

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-87
	<b>ENSAYO DE ABSORCIÓN EN UNIDADES DE ADOBE</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Comparación De Propiedades Físico Mecánicas De Adobe Tradicional Frente Al Adobe Estabilizado Con Emulsión Asfáltica, Centro Poblado Sihue, Ayacucho 2021	Registro N°	IGC21-LEM-182-11
Solicitante	: Denys Pilihuaman	Muestreado por	: Solicitante
Cliente	: Denys Pilihuaman	Ensayado por	: R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: Ayacucho	Fecha de Ensayo	: 25/05/2021
Material	: ---	Turno	: Diurno

**ABSORCIÓN EN UNIDADES DE ADOBE**

ITEM	IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	PESO DEL ADOBE SECO (g)	PESO DEL ADOBE SATURADO (g)	ABSORCIÓN
1	Unidad de adobe - PATRÓN	30.6	15.1	12.0	9508	---	---
2	Unidad de adobe - PATRÓN	30.3	15.3	13.6	9518	---	---
3	Unidad de adobe - PATRÓN	30.5	15.3	12.2	9735	---	---

\* Las muestras en estado de saturación se desintegraron totalmente, imposibilitando el cálculo de absorción



INGEOCONTROL SAC		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEN-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	<b>REVISADO POR</b> Nombre y firma:  <b>Luis A. Melgar Angeles</b> Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL	<b>AUTORIZADO POR</b> Nombre y firma:  <b>Arnaldo Perez Coscco</b> CIP: 190140 Gerente Técnico



## INFORME

## ENSAYO DE ABSORCIÓN EN UNIDADES DE ADOBE

Código: AE-FO-87

Versión: 01

Fecha: 30-04-2018

Página: 1 de 1

Proyecto: Comparación De Propiedades Físico Mecánicas De Adobe Tradicional Frente Al Adobe Estabilizado Con Emulsión Asfáltica, Centro Poblado Sibue, Ayacucho 2021

Solicitante: Denys Píllhuaman

Cliente: Denys Píllhuaman

Ubicación de Proyecto: Ayacucho

Materia: ---

Registro N°: IGC21-LEM-182-12

Muestreado por: Solicitante  
Ensayado por: R. Leyva  
Fecha de Ensayo: 25/05/2021  
Turno: Día

## ABSORCIÓN EN UNIDADES DE ADOBE

ITEM	IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	PESO DEL ADOBE SECO (g)	PESO DEL ADOBE SATURADO (g)	ABSORCIÓN (%)
1	Unidad de adobe - 5% EMULSIÓN ASF.	30.3	15.6	12.4	9876	10827	10.6
2	Unidad de adobe - 5% EMULSIÓN ASF.	30.3	15.3	12.8	9905	10974	10.8
3	Unidad de adobe - 5% EMULSIÓN ASF.	30.8	15.3	12.2	9914	10785	9.9



## INGEOCONTROL SAC

## ÁMBITO DE CONFIDENCIALIDAD:


Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.

La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.

## REVISADO POR

Nombre y firma:

  
Luis A. Melgar Angeles  
Jefe de Laboratorio  
INGEOCONTROL

## AUTORIZADO POR

Nombre y firma:

  
Arnaldo Pérez Ccoesco  
CIP: 190140  
Gerente Técnico



## INFORME

## ENSAYO DE ABSORCIÓN EN UNIDADES DE ADOBE

Código AE-FO-87

Versión 01

Fecha 30-04-2018

Página 1 de 1

Proyecto: Comparación De Propiedades Físico Mecánicas De Adobe Tradicional Frente Al Adobe Estabilizado Con Emulsión Asfáltica, Centro Poblado Sihu, Ayacucho 2021

Registro N°: IGC21-LEM-182-13

Solicitante: Dany P. Huaman  
Cliente: Dany P. Huaman  
Ubicación de Proyecto: Ayacucho  
Material: ---

Muestreado por: Solicitante  
Ensayado por: R. Leyva  
Fecha de Ensayo: 25/05/2021  
Turno: Diurno

## ABSORCIÓN EN UNIDADES DE ADOBE

ITEM	IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	PESO DEL ADOBE SECO (g)	PESO DEL ADOBE SATURADO (g)	ABSORCIÓN (%)
1	Unidad de adobe - 10% EMULSIÓN ASF.	29.8	14.9	12.3	9652	10378	7.5
2	Unidad de adobe - 10% EMULSIÓN ASF.	31.3	16.7	12.1	10107	10924	7.1
3	Unidad de adobe - 10% EMULSIÓN ASF.	30.7	15.0	12.5	9918	10701	7.9



## INGEOCONTROL SAC

## AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:

Este documento no debe salir de firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Asesoramiento de la Central.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.

La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.


## REVISADO POR

Nombre y firma:

  
Luis A. Melgar Angeles  
Jefe de Laboratorio  
INGEOCONTROL

## AUTORIZADO POR

Nombre y firma:

  
Arnaldo Perez Cooscco  
CIP: 190140  
Gerente Técnico



## INFORME

Código AE-FC-87

## ENSAYO DE ABSORCIÓN EN UNIDADES DE ADOBE

Versión 01

Fecha 30-04-2018

Página 1 de 1

Proyecto: Comparación De Propiedades Físico Mecánicas De Adobe Tradicional Frente Al Adobe Estabilizado Con Emulsión Asfáltica. Centro Poblado Sihuá, Ayacucho 2021  
Solicitante: Denys Píllhuaman  
Cliente: Denys Píllhuaman  
Ubicación de Proyecto: Ayacucho  
Material: ---

Registro N°: IGC21-LEM-182-14

Muestreado por: Solicitante  
Ensayado por: R. Leyva  
Fecha de Ensayo: 26/05/2021  
Turno: Diurno

## ABSORCIÓN EN UNIDADES DE ADOBE

ITEM	IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	PESO DEL ADOBE SECO (g)	PESO DEL ADOBE SATURADO (g)	ABSORCIÓN (%)
1	Unidad de adobe - 15% EMULSIÓN ASF	30.3	15.1	13.0	9303	9912	6.9
2	Unidad de adobe - 15% EMULSIÓN ASF	30.1	15.2	13.2	9558	10227	6.9
3	Unidad de adobe - 18% EMULSIÓN ASF	30.0	15.3	12.4	9688	10210	6.6



## INGEOCONTROL SAC

## AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

Prohíbese la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.

La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.

## REVISADO POR

Nombre y firma:

Luis A. Velgar Angeles  
Jefe de Laboratorio  
INGEOCONTROL

## AUTORIZADO POR

Nombre y firma:

Arnaldo Pérez Escocco  
CIP: 190140  
Gerente Técnico



## Anexo 5: Certificados de calibración



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 328 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : 131-2020  
Fecha de emisión : 2020-09-25

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL  
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : RUMISTONE  
Modelo de Prensa : NO INDICA  
Serie de Prensa : 202052+6

Marca de Celda : KELI  
Modelo de Celda : F-5-A A  
Serie de Celda : AQJ9175  
Capacidad de Celda : 5 l

Marca de indicador : HIWEIGH  
Modelo de Indicador : X8  
Serie de Indicador : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA  
24 - SETIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0340 - 005 - 20	ELICROM
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,7	21,3
Humedad %	64	65

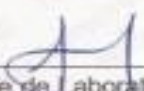
7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	501,75	500,65	-0,35	-0,13	501,20	-0,24	0,22
1000	1001,00	1002,60	-0,10	-0,26	1001,80	-0,18	-0,16
1500	1502,65	1501,95	-0,18	-0,13	1502,30	-0,15	0,05
2000	1999,95	2000,10	0,00	0,00	2000,03	0,00	-0,01
2500	2501,95	2501,05	-0,08	-0,04	2501,50	-0,06	0,04
3000	3001,00	3000,70	-0,03	-0,02	3000,85	-0,03	0,01
3500	3501,60	3500,35	-0,05	-0,01	3500,98	-0,03	0,04
4000	4001,90	4001,40	-0,05	-0,04	4001,65	-0,04	0,01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación:  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 1,0001x - 1,4932$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

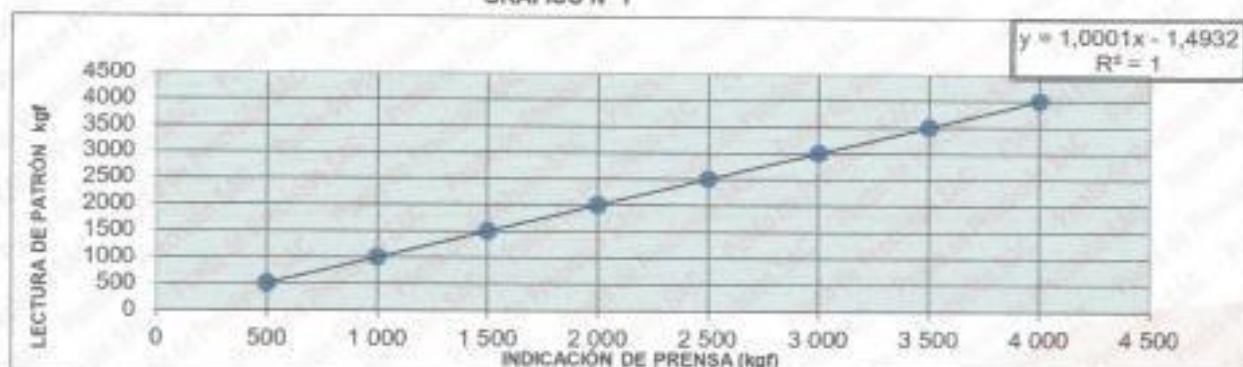
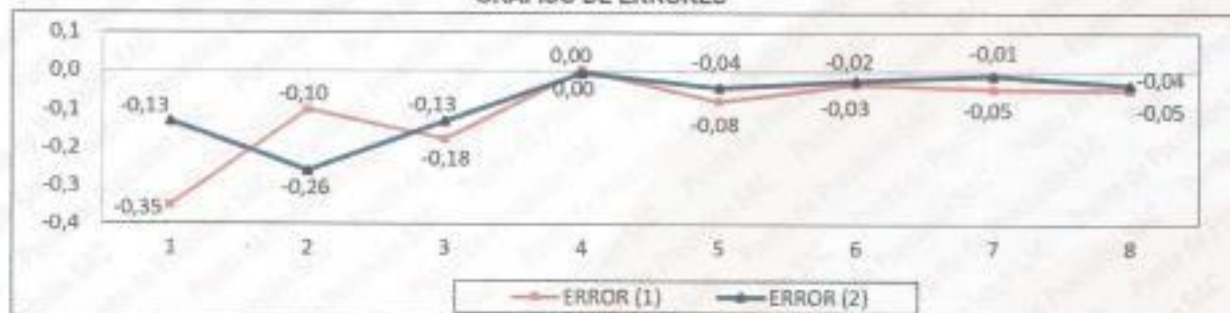


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

**Anexo 6:** Procesos de elaboración de adobes





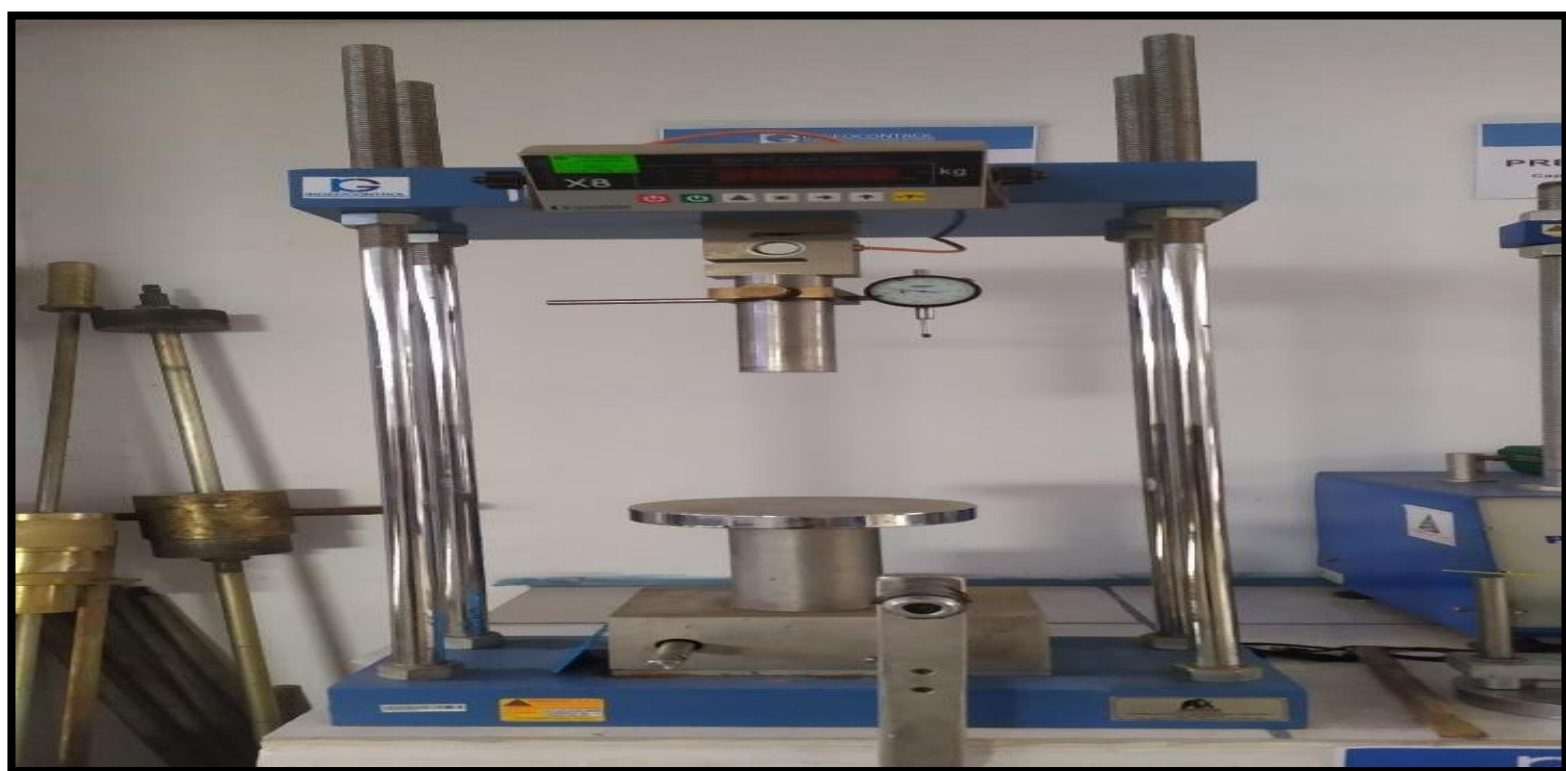
A photograph showing several rectangular asphalt test specimens arranged in rows on a sandy surface. A white paper label is placed in the foreground, partially covering the specimens. The label has handwritten text in black ink.

5 %  
EMULSIÓN  
ASFÁLTICA

A photograph showing a close-up of asphalt test specimens. A white paper label is placed in the foreground, partially covering the specimens. The label has handwritten text in black ink.

10 %  
EMULSIÓN  
ASFÁLTICA

Anexo 7: Imágenes de ensayos de laboratorio.





PROYECTO: COMPARACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS ADOBE TRADICIONAL FRENTE AL ADOBE ESTABILIZADO CON EMULSION ASFALTICA, CENTRO POBLADO SIHUE, AYACUCHO 2021  
ENSAYO: COMPRESION DEL ADOBE N.T.F. E. 080  
DISEÑO - PATRÓN

ISIS: Comparación de propiedades físico mecánicas Adobe tradicional frente al Adobe Estabilizado con Emulsión Asfáltica, Centro Poblado Sihue, Ayacucho 2021  
Ensayo: Absorción del Adobe 15% de emulsión Asfáltica

