



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Mucílago de linaza en el mejoramiento de las propiedades físico-  
mecánicas del adobe para viviendas rurales, Huancane – Puno  
2022”

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

Ingeniera Civil

**AUTORA:**

Santander Mamani, Emily Roxana (ORCID: 0000-0002-8557-3873)

**ASESOR:**

M. Sc. Clemente Condori Luis Jimmy (ORCID: 0000-0002-0250-4363)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

ATE VITARTE – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Esta investigación la dedico a mi padre y amigo Hipólito Santander quien es ejemplo e inspiración para el desarrollo en mi vida profesional, mentor y guía desde mi inicio en el camino académico. A mi madre Hilda Mamani por enseñarme el significado de la fe en Dios, brindarme su amor y apoyo emocional que fueron soporte en momentos de dificultad. A mi hermano Julio motivo de mi constante mejora para dejar un precedente en su formación académica.

Emily Roxana

## **Agradecimiento**

Agradecer a Dios por darme fortaleza y poner en mi camino a personas especiales que me brindaron su apoyo emocional para la realización de esta investigación. A la Universidad Cesar Vallejo por su apoyo al permitir que desarrolle esta investigación con la asesoría del M. Sc. Luis Clemente a quien estoy agradecida por orientarme y compartir su conocimiento en cada etapa.

Emily Roxana

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenido .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	8
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	19
3.2 Variables y operacionalización.....	21
3.3 Población, muestra y muestreo.....	22
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	23
3.5 Procedimientos.....	26
3.6 Método de análisis de datos .....	41
3.7 Aspectos éticos.....	41
IV. RESULTADOS .....	42
V. DISCUSIÓN.....	53
VI. CONCLUSIONES .....	55
VII. RECOMENDACIONES .....	56
REFERENCIAS.....	57
ANEXOS.....	61

## Índice de tablas

Tabla 1. Cuadro de cantidad de muestras para ensayo físico .....	23
Tabla 2: Cuadro de cálculo de varianzas .....	25
Tabla 3: Tabla de rangos de confiabilidad .....	26
Tabla 4: Tamices utilizados en Norma ASTM-422.....	31
Tabla 5: Peso de la muestra respecto al T.M.N.....	32
Tabla 6: Análisis granulométrico por tamizado .....	42
Tabla 7: Resumen de ensayos de absorción en adobe .....	43
Tabla 8: Cálculo del área de la superficie de unidad de adobe. ....	44
Tabla 9: Resumen de cuantificación de fisuras en adobe.....	45
Tabla 10: Resumen ensayo resistencia a la compresión.....	46
Tabla 11: Prueba paramétrica ANOVA - absorción .....	48
Tabla 12: Comparaciones múltiples de TUKEY- absorción .....	49
Tabla 13: Prueba paramétrica ANOVA- Compresión .....	50
Tabla 14: Comparaciones múltiples de TUKEY - compresión .....	51
Tabla 15: Prueba paramétrica ANOVA- fisuras .....	51
Tabla 16: Comparaciones múltiples de TUKEY- fisuras .....	52

## Índice de figuras

Figura 1. Viviendas de adobe .....	1
Figura 2. Cárcavas por desgaste en muro .....	2
Figura 3. Fisuras en base de muro de adobe.....	3
Figura 4. Restos arqueológicos Sabina Grande .....	13
Figura 5. Mucílago de linaza .....	14
Figura 6. Ladrillo artesanal a base de arcilla cocida.....	15
Figura 7. Tejas a base de arcilla cocida.....	16
Figura 8. Adoquines en piso decorativo .....	16
Figura 9. Ensayo de resistencia a la compresión.....	17
Figura 10. Ascenso de humedad ocasionada por lluvias .....	18
Figura 11. Selección de material .....	26
Figura 12. Formación de cilindro de barro .....	27
Figura 13. Prueba cinta de barro.....	27
Figura 14. Prueba presencia de arcilla .....	28
Figura 15. Esferas de tierra.....	28
Figura 16. esferas secas de tierra .....	29
Figura 17. Ubicación de altura para prueba.....	29
Figura 18. Bola de tierra deformada .....	30
Figura 19. división de bola de tierra.....	30
Figura 20. cinco fragmentos de barro visibles .....	30
Figura 21. Calicata en terreno seleccionado .....	31
Figura 22. Ensayo de limite líquido .....	33
Figura 23. Ensayo limite plástico.....	33
Figura 24. Fuente de agua .....	34

## Resumen

Esta investigación surge por la necesidad de mejorar las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra en el distrito de Vilquechico, debido a que el clima propio de la zona de estudio es adverso para la conservación de estos bloques por ello esta investigación tiene como objetivo analizar los efectos en la resistencia a la compresión, permeabilidad y presencia de fisuras al adicionar mucílago de linaza en cantidades controladas en la mezcla para la fabricación de unidades de adobe en el centro poblado de Cotacucho.

Para ello se realizó ensayo de granulometría de la zona de donde se extrajo el material para la elaboración de las unidades de tierra.

Se elaboraron 60 muestras de adobe con diferentes dosificaciones de mucílago de linaza (dosificación: 3%, 9% y 12%), de los cuales se seleccionaron 48 muestras representativas. Para los diferentes ensayos. El Método de investigación aplicado en esta tesis es hipotético deductivo, de nivel Correlacional-Explicativo y de tipo experimental.

Los resultados del ensayo de resistencia a la compresión indica que mientras se adiciona el mucílago de linaza en mayor cantidad en la muestra, la resistencia a la compresión se incrementa, de esta forma para una dosificación de 3% se tiene una resistencia promedio de 13.22 kg/cm<sup>2</sup>, para una dosificación de 9% se tiene una resistencia promedio de 17.07kg/cm<sup>2</sup>, siendo la óptima dosificación de 12% de mucílago de linaza lo cual tiene una resistencia óptima de 19.20 kg/cm<sup>2</sup>. De similar forma se observó que la cantidad de fisuras disminuye conforme la dosificación de mucilago se incrementa de esta manera para una dosificación de 3%, 9%, 12% se obtuvieron una relación respecto al área de 7.33 und/m<sup>2</sup>, 6.67 und/m<sup>2</sup> y 5.33 und/m<sup>2</sup> respectivamente. En el ensayo de absorción los resultados demuestran que mientras más mucilago se incorpora a las unidades de adobe el porcentaje de absorción disminuye lo cual es indicador de una mejora en la impermeabilidad del adobe, de esta forma se tiene que para una dosificación de 3%, 9%, 12% se tiene porcentajes de absorción de 18.31%, 14.24% y 12.56%. La adición de mucílago sin duda proporciona una mejora en las propiedades de las unidades de adobe.

**Palabras clave:** adobe, resistencia a la compresión, permeabilidad, fisuras, erosión.

## Abstract

This research arises from the need to improve the physical-mechanical properties of earth blocks in the district of Vilquechico, due to the fact that the climate of the study area is adverse for the conservation of these blocks, therefore this research aims to analyze the Effects on compressive strength, permeability and presence of cracks by adding linseed mucilage in controlled amounts to the mixture for the manufacture of adobe units in the town of Cotacucho.

For this, a granulometry test was carried out in the area from which the material was extracted for the elaboration of the earth units.

Sixty samples of adobe were made with different dosages of flaxseed mucilage (dosage: 3%, 9% and 12%), of which 48 representative samples were selected. for the different tests.

The research method applied in this thesis is hypothetical deductive, Correlational-Explanatory level and experimental type.

The results of the compressive strength test indicate that while the flaxseed mucilage is added in greater quantity in the sample, the compressive strength increases, in this way for a dosage of 3% there is an average resistance of 13.22 kg/cm<sup>2</sup>, for a dosage of 9% there is an average resistance of 17.07kg/cm<sup>2</sup>, with the optimal dosage being 12% of linseed mucilage, which has an optimal resistance of 19.20kg/cm<sup>2</sup>.

Similarly, it was observed that the number of cracks decreases as the dosage of mucilage increases, in this way for a dosage of 3%, 9%, 12%, a relationship was obtained with respect to the area of 7.33 und/m<sup>2</sup>, 6.67 und/m<sup>2</sup> and 5.33 und/m<sup>2</sup> respectively. In the absorption test, the results show that while more mucilage is incorporated into the adobe units, the percentage of absorption decreases, which is an indicator of an improvement in the impermeability of the adobe, thus, for a dosage of 3%, 9%, 12% have absorption percentages of 18.31%, 14.24% and 12.56%. The addition of mucilage certainly provides an improvement in the properties of the adobe units.

**Keyword:** adobe, compressive strength, permeability, fissures, erosion.



## I. INTRODUCCIÓN

En el Perú la industria de la construcción representa un importante porcentaje del PBI, siendo uno de los sectores de la industria que ha presentado rápida recuperación en el contexto de la pandemia del COVID -19 generando puestos de trabajo, uno de los indicadores es el aumento en las ventas de materiales de construcción como cemento, ladrillos, acero, etc. Sin embargo, gran porcentaje de la población del distrito de Vilquechico utiliza materiales fabricados de forma artesanal como se muestra en la figura 1, destacando entre ellos el adobe debido a que sus componentes se encuentran con facilidad en el entorno en que se desarrolla este distrito y también se debe a que su procedimiento de elaboración es conocido y no presenta mayor dificultad, otra ventaja es que los escombros de construcciones hechos a base de tierra una vez que cumplieron su vida útil se degradan con facilidad en el medio ambiente sin ocasionar daños.



*Figura 1:* Viviendas de adobe

Fuente: propia

El clima es un factor determinante en la conservación de viviendas rurales pues debido a la erosión que ocasionan la lluvia y el viento éstas pueden deteriorarse con facilidad. El Distrito de Vilquechico presenta bajas temperaturas que varían de  $-5^{\circ}\text{C}$  a  $16^{\circ}\text{C}$  y el clima en invierno es normalmente frío y mojado. (Weather Spark, 2022)

Si bien es cierto posterior a la elaboración de elementos estructurales de concreto como columnas, vigas y otros. Es importante mantenerlos en contacto

con agua lo cual es positivo en cierta medida debido a que ayuda a que estos elementos alcancen la resistencia requerida proceso conocido como curado, en caso del adobe no se utiliza método alguno de curado, debido a que el contacto con el agua lejos de beneficiarlo debilita la estructura del bloque de tierra. En lugar de esto se somete a los bloques de adobe al proceso de secado en el que se les expone de forma directa al sol, pero esta acción ocasiona una rápida evaporación del agua que compone la mezcla generando la presencia de fisuras en la superficie del adobe, en las que penetra agua procedente de lluvias. Por ello las precipitaciones pluviales son el principal factor causante de erosión en las viviendas rurales de adobe como se muestra en la figura 2, pues debido a que sus componentes son arena la cual presenta alta permeabilidad, arcilla ésta casi impermeable y fibras naturales como el hichu que se descomponen al pasar de los años generando vacíos en la estructura interna del adobe en donde al igual que en el caso de las fisuras el agua penetra con facilidad ocasionando que por capilaridad este líquido ingrese al interior de la unidad de adobe haciendo que en un futuro se desarrolle vegetación como pasto y otras clases de plantas nativas que contribuyan a la expansión de pequeñas grietas como se muestra en la figura 3 ocasionando una aparente disminución de la resistencia ante fuerzas de compresión.



*Figura 2: Cárcavas por desgaste en muro*

Fuente: propia



*Figura 3:* Fisuras en base de muro de adobe.

Fuente: propia

Este fenómeno obliga al poblador a realizar reparaciones a la estructura, pero también genera disminución en la vida útil de las viviendas en el Distrito de Vilquechico.

Otro aspecto importante que mencionar es el estilo de construcción de las viviendas en la zona de investigación es rústico y tiene como característica que todos son de paja (hichu seco) o en otros casos de calamina, pero coinciden en que el alero es corto, debido a esto la lluvia impacta con más fuerza en la base de los muros, como las viviendas no cuentan con una vereda en su perímetro a modo de protección se desencadena la formación de pequeñas cárcavas que con el paso del tiempo se van socavando. Es de esperar que estos daños perjudiquen gravemente el comportamiento de la estructura, ocasionando colapsos.

Por ello en el distrito de Vilquechico surge la necesidad de mejorar la impermeabilidad otras propiedades de las unidades de abobe para poder disminuir y evitar aparición de fallas, daños prematuros y futuros en las

viviendas rurales de esta zona debido a que un alto porcentaje de la población emplea el adobe como el principal material de construcción

## **1.1 Formulación del problema**

### **Problema general**

- ¿Cómo el mucilago de linaza mejoraría las propiedades físico mecánicas del adobe para viviendas rurales, Huancané – Puno 2022?

### **Problemas específicos**

- ¿Cuánto es la proporción óptima de mucilago de linaza que incrementaría la impermeabilidad del adobe para viviendas rurales?
- ¿Cuánto es la proporción óptima de mucilago de linaza que incrementaría la resistencia a la compresión en el adobe?
- ¿Cómo el mucilago de linaza disminuirá la presencia de fisuras en el adobe durante el proceso de secado?

## **1.2 Justificación del estudio**

La investigación que se presenta a continuación surge por la necesidad de perfeccionar las unidades de bloques de tierra en el distrito de Vilquechico debido a que en esta zona es el principal material utilizado en la construcción de viviendas porque sus componentes se encuentran con facilidad y su elaboración no representa daños al medio ambiente, además de presentar propiedades térmicas que ayudan a sobrellevar las bajas temperaturas propias de la zona.

El estudio que se presenta es una alternativa para elaborar unidades de adobe adicionando mucilago de linaza que contribuye con la mejora de la resistencia a la compresión, incremento de la impermeabilidad y disminución de presencia de fisuras en el proceso de secado. Para este fin se elaboró unidades de adobe con adiciones controladas de mucilago de linaza, siguiendo los parámetros mencionados en el Manual de construcción de edificaciones Antisísmicas de bloques de tierra del Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) para los requisitos mínimos de resistencia a la compresión que debe cumplir una unidad de adobe. Sin

embargo, los parámetros de permeabilidad y cantidad de fisuras se determinaron mediante ensayos a bloques de arcilla fabricados de forma convencional sin la presencia del mucilago de linaza entre sus componentes. Para el desarrollo de esta investigación, se contó con el apoyo de un asesor, los ensayos se realizaron en laboratorios especializados y con conocimiento en la realización de ensayos de resistencia a la compresión y permeabilidad. La determinación de fisuras superficiales se hizo de forma empírica. Los resultados de esta investigación sirven como antecedente para investigaciones futuras acerca de aditivos naturales en construcciones de tierra. Se tomó en cuenta trabajos de investigaciones predecesoras en el uso de aditivos naturales en construcciones de adobe. Se emplearon hojas de cálculo realizadas a partir de manuales para procesar los resultados.

#### **Justificación social:**

Esta investigación contribuye con la mejora de propiedades físico- mecánicas del adobe para lograr superar los valores mínimos de resistencia a la compresión indicados en la norma E-080 y evitar un acelerado deterioro por presencia de fisuras y humedad proveniente de lluvias, de esta manera se logra prolongar la vida útil de viviendas rurales disminuyendo las probabilidades de colapsos y reparaciones futuras.

#### **Justificación metodológica:**

La justificación de esta metodología se basa en el planteamiento de un proceso para la comprobación de afirmaciones hechas, lo cual sirve de apoyo para investigaciones futuras acerca de estabilizantes naturales para el adobe.

#### **Justificación teórica:**

La justificación teórica de esta investigación se basa en la mejora de las propiedades físico-mecánicas de unidades de adobe para lograr que cumplan con los valores obtenidos de ensayos de permeabilidad y número de fisuras (método empírico) en unidades de adobe sin la adición de mucilago de linaza y los valores indicados en el Reglamento Nacional de Edificaciones E-080.

### **Justificación práctica:**

Actualmente en el distrito de Vilquechico no existe algún método que involucre la adición de mucilago de linaza como aditivo natural para mejorar las propiedades físico- mecánicas dl adobe. Al desarrollar esta investigación se beneficia a un gran porcentaje de la población.

### **1.3 Objetivos**

#### **Objetivo general:**

Mejorar las propiedades físico – mecánicas del adobe para viviendas rurales por medio del mucilago de linaza.

#### **Objetivos específicos:**

- Incrementar la impermeabilidad del adobe mediante la aplicación de una proporción optima de mucilago de linaza
- Incrementar la resistencia a la compresión del adobe mediante la aplicación de una proporción optima de mucilago de linaza.
- Disminuir la presencia de fisuras en el adobe durante el proceso de secado por medio del mucilago de linaza

### **1.4 Hipótesis**

#### **Hipótesis general**

El mucilago de linaza mejora las propiedades físico mecánicas del adobe para viviendas rurales

#### **Hipótesis secundarias:**

- Una proporción de 12% de mucilago de linaza incrementa la impermeabilidad del adobe para viviendas rurales
- Una proporción de 12% de mucilago de linaza incrementa la resistencia a la compresión del adobe para viviendas rurales
- El mucilago de linaza disminuye la presencia de fisuras en el adobe durante el proceso de secado.

## **1.5 Delimitaciones:**

### **Delimitación temporal**

La investigación se realizó en un tiempo de 6 meses, periodo que empieza el día 10 de febrero del 2022 con la formulación del problema, elaboración de matriz de consistencia y culmina el 21 de julio de 2022 con la entrega de resultados y conclusiones provenientes de la investigación.

### **Delimitación espacial**

La investigación se realizó en el Centro Poblado de Cotacucho Distrito de Vilque chico, provincia de Huancané, región de Puno.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### **Antecedentes locales y nacionales**

A nivel nacional se han realizado investigaciones para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los elementos de adobe utilizando diferentes métodos analíticos mediante la realización de una serie de ensayos.

Nieto y Tello (2019) en su investigación titulado Adobe estabilizado con mucílago de penca de tuna, resistentes al contacto con el agua para la construcción de viviendas populares empleados en la sierra del Perú la cual fue realizada en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, tuvo como objetivo de estudio mejorar las cualidades físicas de bloques de tierra estabilizando con diferentes dosis de mucílago de penca de tuna, la metodología utilizada indica que es una investigación de tipo experimental. Después de realizar las pruebas mecánicas y físicas en unidades de adobe en laboratorio concluyó que la cantidad óptima de mucílago era D: 18.0%, porque de su efecto sobre la compresión La resistencia a la fuerza es de 25,2 kg/cm<sup>2</sup>, lo que significa que la resistencia se incrementa en un 33,81% respecto al adobe tradicional. En cambio, cuando se utiliza la dosis de D: 20,5%, el aumento es de solo 25,2 kg/cm<sup>2</sup>

Cansino y Olano, (2021) en su proyecto de investigación titulada Incorporación del mucílago de café para elevar la resistencia a la compresión del adobe convencional en Jaén 2021, estos autores investigaron cómo se puede mejorar la resistencia a fuerzas de compresión de los adobes tradicionales añadiendo 0%, 12% de baba de café, 16% y 20%. La metodología mediante el diseño de investigación indica que es de tipo experimental con enfoque cuantitativo. Para desarrollar esta investigación, utilizaron 24 muestras de adobe, arrojando resistencia a las fuerzas de compresión de 15,55 kg/cm<sup>2</sup>, 20,01 kg/cm<sup>2</sup>, 23,01 kg/cm<sup>2</sup> y 27,97 kg/cm<sup>2</sup>, las cuales cumplieron con las especificaciones de la Norma E-080. Los datos obtenidos fueron procesados mediante software Excel y Word, en los cuales se elaboraron tablas, gráficos y resúmenes. concluyó que la adición de goma de café aumentó significativamente la resistencia a las



fuerzas de compresión de la unidad de adobe estabilizado.

Díaz y Puyen, (2019), en su trabajo Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonato de alumbre o mucílago de cactus de san pedro, investigaron la cantidad de mucílago requerida para aumentar la resistencia de los bloques de adobe. agregó 3%, 6%, 9% y 12% de limo. En el capítulo de metodología nos indica que esta es una investigación de tipo experimental, La realización de este trabajo fue a través de pruebas de laboratorio de unidades de Adobe, después de culminar con el procedimiento planteado concluyeron que la dosis ideal es del 12 por ciento. En el ítem 5.4 prueba de la unidad de adobe, explican la prueba de inundación simulada, que consiste en exponer un muro de adobe estable al agua por un tiempo prolongado, para ello realizan un canal en forma de U lleno de agua en el que cada parte de la pared tiene diferentes agregados de limo a su composición, de esta prueba concluyeron que los bloques de adobe estabilizados con un 12% de limo pueden resistir 15 horas.

Benites, (2017) En su trabajo titulado Adobe estabilizado con extracto de cabuya (*Furcraea andina*), investigó cuál es el tiempo ideal en el que se debe macerar el extracto de cabuya, ya que durante la maceración se activan las propiedades estabilizantes de esta. En lo concerniente a metodología podemos ver que esta es una investigación de tipo experimental.

En la realización de la investigación Benites empleó tiempos de maceración que oscilaban entre 5 y 20 días, de los cuales tomó tres muestras en tres tiempos de maceración diferentes y agregó estas muestras a la elaboración de bloques de tierra en los que aplicó fuerzas de compresión, ensayo de chorro de agua y la inmersión en agua. Benítez basándose en los resultados de su investigación concluyó que la estabilidad del adobe impregnado con cabuya durante 10 días fue la mejor porque aumentó su resistencia a la compresión en un 9,6% y su resistencia a la flexión en un 133,7%, aumentando así también su resistencia al contacto con el agua.

Ramírez, (2016) en su proyecto de investigación titulada Estudio de las propiedades mecánicas y físicas del adobe con biopolímeros de fuentes locales

realizada en la Pontificia Universidad Católica del Perú, se enfocó en estudiar el comportamiento de los bloques de adobe estabilizados con biopolímeros para mejorar sus propiedades impermeabilizantes. Los resultados obtenidos confirman que el uso de estos polímeros contribuye a mejorar las propiedades impermeabilizantes del adobe y por tanto la resistencia a la erosión generada por el agua. Por otro lado, en cuanto a las propiedades mecánicas, los adobes estabilizados mostraron mejoras significativas en resistencia a las fuerzas de compresión y flexión, y Ramírez mencionó que incluso era posible duplicar su resistencia inicial.

Por las características y métodos empleados para la realización de este proyecto, esta sería una investigación de tipo experimental.

### **Antecedentes internacionales**

México.

Roux, (2010) En su estudio titulado Bloques de tierra comprimida (BTC) en humedales, Tuvo como objetivo alternativas al uso de repelentes de agua naturales como el mucilago de nopal y el uso de cal como aglutinante alternativo.

Finalmente, se discuten los aspectos de habitabilidad del modelo de tierra y el proceso de construcción de casas de tierra en humedales. En la parte final del proceso, se validaron las respuestas iniciales y nos dimos cuenta con entusiasmo que, efectivamente, la zona donde nos enorgullecemos de vivir cuenta con los insumos necesarios para brindar la materia prima necesaria a quienes deciden arriesgarse a vivir. patrocinio de este joven proyecto, que anticipará viviendas dignas y económicas para la mayoría de la población, al mismo tiempo que apoya la difusión de la arquitectura vernácula.

Guatemala

Chávez (2009), en su trabajo tiene como objetivo hacerles frente a los daños a los que están expuestas en las casas Tule, detalla un mortero ecológico (basado en materiales y mano de obra locales) utilizado como exterior para este tipo de edificaciones. Esta investigación es de tipo experimental.

En una salida de campo analizó la casa y obtuvo material proporcionado por la

naturaleza del sitio. Aunque algunas sustancias se obtienen en diferentes lugares para facilitar el acceso y el transporte. Los materiales utilizados durante la investigación se dividieron en cinco categorías en función de sus propiedades: materia vegetal, materia animal, químicos, minerales y desechos, pero fueron tratados previamente para su implementación en la mezcla y se realizaron análisis de laboratorio para conocer sus propiedades y propiedades. Dado que el agua es uno de los principales contribuyentes al daño de la pared del suelo, se decidió centrarse en las propiedades de absorción y la permeabilidad al agua. La experimentación se realiza para obtener parámetros comparativos mediante los cuales se puede encontrar un equilibrio para proporcionar una jerarquía para la mezcla. Con base en las pruebas obtenidas durante los experimentos, se definen las aplicaciones de las mezclas, las cuales son aptas no solo para enlucidos de paredes exteriores, sino también para pinturas de interiores, pinturas de paredes de tierra, casas de adobe y baharic, aplicaciones de pisos, pinturas impermeabilizantes o tratamientos superficiales. En base a los resultados concluye que la adición de cal es beneficiosa para el control de la humedad.

## México

García, (2017) investigó una solución al problema del adobe como material de construcción. Su vulnerabilidad al agua da como resultado una resistencia mecánica casi nula, lo que resulta en figuración y deformación del suelo, ataque hídrico capilar y poca absorción resistente a la absorción. Con la adición de aditivos naturales, realizando un tipo de investigación experimental.

En el procedimiento García realizó ensayos de permeabilidad, resistencia a la compresión y flexión en ladrillos con medidas de 30cm x 22cm x 10cm y 15cm x 22cm x 10cm. Los resultados son superiores a los presentados por la norma de bloque E de calidad N-CMT-2-01-001 (24% de absorción de agua y 2 MPa de resistencia a la compresión). Finalmente, el análisis de la varianza de las muestras de Adobe mostró que el ajuste no era óptimo.

## México

Jiménez et al..(2013), en su investigación titulada efecto de la impermeabilidad del mucílago de nopal en bloques de tierra comprimidos, tuvo como objetivo mejorar la resistencia a la compresión húmeda y seca de bloques de adobe mediante la adición de mucílago de nopal, esta es una investigación de tipo experimental .

Mediante el empleo de BTC Producto de esta investigación Jiménez et al. Concluye que la adición de mucílago de nopal es beneficiosa para los bloques de tierra debido a que el estabilizante natural utilizado controla la cantidad de poros presentes y aumenta la resistencia a la compresión seca y húmeda del adobe en un 61.5 %, los bloques aumentan su resistencia a la abrasión lo que es indicativo de una mayor durabilidad. Se muestra también una mejoría a en la impermeabilidad de los bloques de tierra pues el mucílago bloquea el ascenso de líquidos en su interior.

## Chile

Figuerola et al. (2008) en su investigación titulada la linaza como fuente de compuestos bioactivos para la elaboración de alimentos, el cual es de tipo descriptivo, nos menciona un procedimiento apropiado para la extracción de goma de linaza pues refiere que el método de extracción esta relacionado con las propiedades del mucílago. El procedimiento a seguir es colocar agua y semilla de lino en una proporción de 13:1 y someterlo a temperaturas de entre 85 y 90°C. como resultado de esto se obtiene la goma que según menciona tiene buena capacidad espumante, estabilidad y resistencia a la presencia de sales y por supuesto viscosidad estable.

Por otro lado, este estudio hace referencia a la cantidad de lípidos presentes en la linaza, que son de 35 a 43 g/100g base materia seca, sin importar que la cáscara de la semilla es carente de lípidos, el aceite es abundante en ácido palmítico.

## 2.2. Bases Teóricas

### Teoría sobre elaboración del adobe

En su Boletín, la Sociedad Geológica de México abordó el uso del adobe por parte de pueblos nativos de América Central, el Suroeste americano y los Andes de América del Sur desde la antigüedad, señalando que este material, si bien existe una combinación simple de las proporciones de cada componente, se puede basar en cada componente cambios en las necesidades de los residentes locales. En esta publicación, los autores intentan formalizar el conocimiento sobre el adobe recolectando seis especímenes para estudiar sus propiedades. La figura 4 muestra imágenes de los restos arqueológicos de Zethé y Sabina Grande pertenecientes a la época prehispánica, muestras de la extracción. Ambos lugares están cerca de Huichapan en Hidalgo. Después de los análisis físicos y químicos, los investigadores notaron que las muestras recolectadas tenían una composición similar, destacando que los responsables de preparar las muestras tenían conocimiento del suelo y su transformación en elementos de construcción. (Jasso Catañeda, et al, 2012)



*Figura 4:* Restos arqueológicos Sabina Grande

Fuente: <https://bit.ly/3tQYNA7>

### **Teoría sobre obtención de mucílago de linaza**

En 2017, Becerra Ramírez de Edil respaldó dos teorías para obtener mucílago de linaza, una argumentando que el mucílago podría extraerse de la semilla entera y la otra argumentando que la linaza molida sería mejor. Los resultados de su comparación lo llevaron a concluir que el mucílago de linaza se obtiene mejor de la semilla entera.

El mucílago que utiliza Becerra se obtiene colocándolo en un recipiente de acero inoxidable, añadiéndole linaza y agua en una proporción de 1:20 (kg/kg), y hirviéndolo a una temperatura de extracción de 95°C durante 20 minutos. Malla n° 100 para separar residuos sólidos, podemos ver resultados similares a los que pudo haber obtenido Becerra. En la figura 5 podemos ver un ejemplo ilustrativo del resultado.

Otro punto que señala Becerra es que los estudios reológicos han demostrado que la goma de linaza presenta un comportamiento no newtoniano. (Becerra Ramírez, 2017)



*Figura 5: Mucílago de linaza*

Fuente: <https://bit.ly/3jiDnpK>

### **Teoría sobre la formación de arcilla**

Según Campos Vilanova, la formación de arcilla está muy relacionada con los procesos geológicos, por lo que la destrucción del lecho rocoso será el primer proceso en el que la roca podrá reducirse o agregarse en su estructura original. Poner el residuo en solución es el segundo proceso, y el tercer proceso que menciona es poner en solución algunos de los componentes liberados cuando emerge esta nueva fase cristalina.

También explica que las arcillas, dependiendo de la cantidad de ingredientes, se pueden utilizar para producir diferentes materiales de construcción como ladrillos, cerámica, etc., como se muestra en las Figuras 6, 7 y 8, que se pueden dividir en seis grupos debido a su uso, respectivamente. Es arcilla Buntsandstein y limo utilizados para la fabricación de ladrillos, también utilizados para fabricar ladrillos y tejas como arcilla limosa rojiza en fase de soldadura, arcilla gris en fase de soldadura utilizada para cerámica decorativa y ladrillos, mar continental albense utilizado para fabricar cerámica, arcillas y margas de arcillas estratificadas y neógenas.



*Figura 6:* Ladrillo artesanal a base de arcilla cocida

Fuente: <https://bit.ly/3uh3Aey>





*Figura 7: Tejas a base de arcilla cocida*

Fuente: <https://bit.ly/3tSF4Ac>



*Figura 8: Adoquines en piso decorativo*

Fuente: <https://bit.ly/3jdsW6R>

### **Teoría acerca de la correspondencia de Porosidad y resistencia a la compresión**

Quintero Ortiz estudió la correspondencia entre la resistencia a la compresión y la porosidad de muestras de concreto elaborado con diferentes relaciones agua-cemento y curado bajo techo durante 28 días, en su investigación notó la presencia de El número de poros está relacionado con su resistencia a la



compresión. En el análisis de muestras de concreto, la técnica VPU se utiliza como prueba no invasiva para evaluar el concreto.

Luego de realizar las pruebas pertinentes, Ortiz concluyó que al aumentar la relación agua-cemento aumenta la porosidad y, como lo mencionó en su hipótesis, disminuye la resistencia a la compresión. (Quintero Ortiz et al, 2011). Según este estudio, la cantidad de agua está directamente relacionada con la cantidad de poros presentes en la muestra, así mismo, esta teoría se puede considerar al hacer adobe para obtener mejores resultados al momento de probar su resistencia a la compresión como se muestra en la Figura 9.



*Figura 9:* Ensayo de resistencia a la compresión

Fuente: <https://bit.ly/3Ae6DHA>

### **Teoría sobre capilaridad en muros expuestos a humedad**

Fernández Quirotto indica que una vez que la lluvia impacta contra los muros, el fluido ingresa a través de fisuras, grietas. Si la presión de viento y lluvia serian constantes entonces la humedad ascendería de forma paralela a la base del muro, pero como este fenómeno no sucede el frente de humedad se propaga como se muestra en la figura 10, de forma diagonal en el muro con un mayor espesor en la base, disminuyendo conforme alcanza mayor altura. (Fernández Quirotto, 2008)

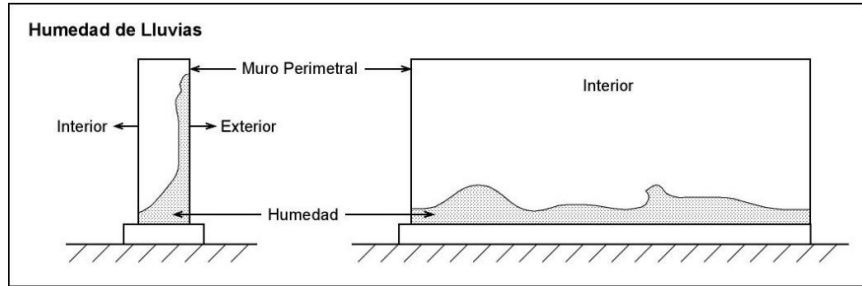


Figura 10: Ascenso de humedad ocasionada por lluvias

Fuente: <https://bit.ly/3NtMfGL>

Si hablamos de capilaridad podríamos mencionar un fenómeno denominado subida capilar que está directamente relacionada con la permeabilidad y porosidad de muros, la causa más frecuente de este fenómeno es la mala calidad de los revestimientos y los aislantes utilizados para las estructuras de viviendas u otras edificaciones. (blatem,2019)

#### Daños por humedad

Pipiraite mediante su investigación titulada Humedades en edificación, estudio desde su origen hasta la actualidad, ha intentado clasificar las distintas clases de humedad y estudiar que los originan tomando en cuenta el tipo de lesiones que aparecen.

El autor menciona algunas de las lesiones más frecuentes encontradas

Se menciona que para el tratamiento de estos daños se utiliza un producto denominado “DRYZONE” que consiste en un material compuesto de materia activa. Este producto ocasiona que el muro dañado a consecuencia de la humedad empiece su proceso de secado inmediatamente posterior a la aplicación.

Dentro de la diversidad de soluciones para contrarrestar los daños ocasionados por acción de la humedad se contempla el tratamiento de aireación lateral, eliminación de sección activa capilar, sifones atmosféricos y barras estancadas. Dentro de los métodos aireación lateral se encuentran variedad de métodos que básicamente tienen la función de crear una cámara de aire permitiendo que el vapor saturado ventile al exterior. (Pipiraite Toma,2017)

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

Diferentes tipos de investigación pueden involucrar los sentidos y la experiencia humana, así como el conocimiento teórico, la lógica, el lenguaje formal y la técnica (especialmente en el caso del método científico). Por lo tanto, existen diferentes clases de investigación como enfoques específicos del proceso de investigación, es decir, para clasificar la investigación debemos abordar distintos aspectos de la misma. Concepto.de (2021).

Según lo descrito en el párrafo anterior se afirma que este trabajo de investigación es de tipo aplicada debido a la necesidad de apoyarse en conocimientos teóricos o puros para solucionar los problemas mencionados en páginas anteriores.

##### **Método de investigación**

El término "método" viene del griego meta-, "hacia" y hodós, "camino", lo que sugiere que significa "el camino más idóneo para el fin". Es decir, un método es el proceso que escogemos para lograr un propósito predeterminado. Concepto.de (2021).

En concordancia al párrafo anterior esta investigación se clasifica como un Método de investigación hipotético deductivo, debido a que fue necesario plantear hipótesis para justificar ciertos fenómenos.

##### **Diseño de investigación**

El diseño de investigación es el marco para los métodos y técnicas de investigación elegidos por el investigador. El diseño permite a los investigadores refinar los métodos de investigación apropiados para el tema en cuestión y preparar la investigación para el éxito.

Los impresionantes diseños de estudio a menudo aumentan la confianza en la precisión de los datos recopilados. El diseño que produce el menor error en los estudios experimentales generalmente se considera el resultado deseado. (Suárez, 2020)

En esta investigación se analizó la conducta presente entre dos grupos, a uno se le denominó grupo control y el otro grupo experimental, el primero se refiere a un elemento (bloque de adobe) que no presenta alteración alguna en su composición y el segundo grupo se manipuló la variable independiente adicionando mucilago de linaza en cantidades controladas.

Ge1 (A):  $Y1 \rightarrow X \rightarrow Y2$

Gc2 (A):  $Y3 \rightarrow X' \rightarrow Y4$

Dónde:

Ge1: Grupo experimental

Gc2: Tratamiento convencional

### **Nivel de investigación**

El propósito del nivel de correlación es medir el grado de correspondencia que existe entre dos o más nociones o variables. La correlación puede ser positiva o negativa. La disparidad más resaltante entre la investigación correlacional y la investigación descriptiva es que esta última se enfoca en medir con precisión una sola variable, mientras que la investigación correlacional evalúa el grado de correlación entre dos variables.

La capa de explicación está diseñada para responder a las causas de los eventos físicos o sociales. Se enfocan en explicar por qué ocurren los fenómenos y bajo qué condiciones. Las investigaciones explicativas están más organizadas. (Moreno, 2016)

Tomando en cuenta los conceptos anteriores esta investigación es de nivel Correlacional-Explicativo debido a que se realizó la recolección de datos que indicaron la relación entre las variables, adicionalmente se realizó una explicación del porqué de cada resultado obtenido.

### **Enfoque de la investigación**

El término enfoque de investigación hace referencia a la fundamentación filosófica o estrategia que emplea el investigador para el estudio del problema. (Sierra y Caballero, 2009)

La investigación presentada es de enfoque cuantitativo, debido a que para su desarrollo se realizó ensayos de laboratorio para la obtención de datos numéricos.

## **3.2 Variables y operacionalización**

### **Variables**

El término variable es un término utilizado para referirse a las características que pueden determinarse de forma visual y se pueda mostrar como valores. (Tamayo,2004)

- **Variable independiente:**  
Mucílago de Linaza
- **Variable dependiente:**  
Permeabilidad, resistencia a la compresión y fisuras.

### **Variable independiente: Mucílago de Linaza**

Fibra viscosa, hecha de linaza. Estas sustancias contienen carbohidratos incrementan su volumen de forma drástica con el agua y producen una sustancia viscosa. Este tipo de planta se encuentra distribuida en el reino vegetal, aunque sólo unas pocas especies, por ejemplo: el lino, contiene cantidades suficientes de goma para su cicatrización. (Trofolog, 2020)

La cantidad de mucílago a adicionar en la mezcla de adobe se determinó según el peso de la pasta necesaria para la elaboración de cada bloque de tierra. Se sustituyó cantidades de 3%, 9% y 12% de la pasta de barro.

**Variable dependiente: Permeabilidad, resistencia a la compresión y fisuras.**

La variable que el investigador desea explicar se considera la variable dependiente y se ve afectada por cambios que conducen a la modificación de la variable independiente. La variable dependiente también se llama variable estándar. (Namakforoosh, 2005)

Frente a esta definición se afirma que las variables dependientes son la resistencia a la compresión, permeabilidad y cantidad de fisuras debido a que éstas presentaran variaciones en sus resultados una vez que se modificó la variable independiente.

**Operacionalización de variables:**

La Matriz de operacionalización se encuentra en el apartado de anexos con la denominación anexo N°02.

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

**Población**

Las poblaciones fueron compuestas por bloques de adobe con mucílago de linaza adicionado en concentraciones de 0%, 3%, 9% y 12%. Los criterios de selección fueron inclusivos ya que las unidades de adobe se consideraron parte del conjunto.

**Muestra**

El tamaño de la muestra fue de 60 unidades. Para la representatividad de la muestra, el criterio utilizado fue el muestreo aleatorio simple, del cual se seleccionaron 36 muestras.

Para la prueba de resistencia a la compresión, prueba de permeabilidad y número de grietas para la muestra de control (mucilago de linaza 0%), se tomaron 3 unidades de muestra de adobe para cada una de las pruebas mencionadas.

Por otro lado, la cantidad de especímenes requeridos para la modificación de su composición fué de 3 unidades por cada cantidad de mucílago de

linaza adicionado a la mezcla (dosificación: 3%, 9% y 12%), que en conjunto suman 48 especímenes. A continuación, en tabla 1 se presenta la distribución de muestras para los diferentes ensayos.

**Tabla 1:** Cuadro de cantidad de muestras para ensayos físico- mecánicos

Muestra	Cantidad de Mucílago	Resistencia a la compresión	permeabilidad	Cantidad de Fisuras
Muestra Control	0%	6	3	3
Muestra Experimental 1	3%	6	3	3
Muestra Experimental 2	9%	6	3	3
Muestra Experimental 3	12%	6	3	3

Nota: En la tabla se pueden distinguir la cantidad de especímenes a elaborar, de los cuales se tomarán 48 muestras para los ensayos y cantidad de mucílago adicionado a su composición.

Fuente: propia

### Muestreo

El tipo de muestreo que se aplicó en esta investigación es de tipo no probabilístico, de tal manera que el muestreo fué por conveniencia del investigador, seleccionando así los especímenes más representativos para cada tipo de ensayo o prueba que se realizó.

## 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### Técnicas

Una de estas técnicas utilizadas fué la observación, de la forma del medio por el cual se aplica, la participación del observador, el número de observadores y el lugar donde se realiza la observación. La tecnología bibliográfica es una técnica que involucra el nivel de uso del material bibliográfico. Este nivel puede ser detectado por la bibliografía proporcionada al final. (Rojas,1997)

En base a las explicaciones anteriores, la técnica que se utilizó fue la observación, ya que fue importante para la elección del método de ensayo realizado y ensayos que ayudaron a seleccionar el área donde se extrajeron las arcillas y otros materiales necesarios para la ejecución de esta investigación. Las técnicas de análisis de la literatura se sustentan en esta investigación, ya que la revisión de libros, artículos e información de otras investigaciones ayudó en la recopilación, el procesamiento y el análisis de datos.

### **Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos que se utilizaron fueron formatos para la recolección de datos, una placa acrílica para anotar información donde aparece evidencia fotográfica, formatos para pruebas de laboratorio, instrumentos de laboratorio como tamices y moldes, así como una grabadora que sirvió como medio para almacenar información visual del proceso de ejecución de esta investigación.

### **Validez.**

La validez se refiere a qué tan bien una prueba mide lo que realmente debe medir. Se mencionan dos formas de validez, externa e interna. La validez externa de una encuesta se refiere a las generalizaciones de sus conceptos, mientras que la validez interna se define como la capacidad de una herramienta para medir lo que se presenta. (Namakforoosh, 2005)

En este caso esta investigación fue validada por dos profesionales con vasta experiencia y conocedores del tema, a través de instrumentos de medición certificados, experiencia de encargados del laboratorio e información mencionada en la bibliografía.

### **Confiabilidad**

La confiabilidad expresa el grado de similitud de las respuestas observadas entre el contexto del investigador o evaluador y el contexto del evaluador. (Hidalgo, 2005).



El Alfa de Cronbach es un método para determinar la fiabilidad de cuestionarios, en la que las respuestas tienen dos valores o más, en la tabla 2 se muestra el cálculo de las varianzas.

**Tabla 2:** Cuadro de cálculo de varianzas

OBSERVACIONES	ÍTEMS										SUMA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	4	4	3	4	4	3	3	4	3	2	34
2	4	3	3	4	5	5	3	4	4	4	39
3	5	4	4	5	5	4	5	5	5	4	46
VARIANZA	0.222	0.222	0.222	0.222	0.222	0.667	0.889	0.222	0.667	0.889	
ΣVARIANZAS	4.4444										
VARIANZA Σ ÍTEMS	24.2222										

Fuente: Marroquin (UNE).

El alfa de Cronbach se calcula como se muestra a continuación:

$$\alpha = \frac{k(1 - \sum s_i^2 / s_t^2)}{k-1}$$

$$\alpha = \frac{10(1 - 4.4444/24.2222)}{10-1}$$

$$\alpha = 0.85$$

Dónde:

$\alpha$  = valor del coeficiente de confiabilidad del cuestionario.

$k$  = número de ítems del instrumento.

$\sum s_i^2$  = sumatoria de las varianzas de los ítems.

$s_t^2$  = varianza total de los instrumentos

La confiabilidad interna se demuestra cuando varios investigadores que estudian una misma situación concuerdan en sus conclusiones, es decir, el nivel de consenso entre diferentes observadores de una misma realidad

aumenta la importancia de encontrar en un escenario determinado la credibilidad que merece la estructura. (Hidalgo, 2005)

El párrafo anterior se sintetiza en el contenido de la tabla 2.

**Tabla 3:** *Tabla de rangos de confiabilidad*

De 0.53 a menos	Confiabilidad nula
De 0.54 hasta 0.59	Confiabilidad baja
De 0.60 hasta 0.65	Confiable
De 0.66 hasta 0.71	Muy Confiable
De 0.72 hasta 0.99	Excelente confiabilidad
1.0	Confiabilidad perfecta

Fuente: Marroquin (UNE).

### 3.5 Procedimientos

#### **Paso 1: Exploración y selección de material**

Se recorrieron diversos terrenos como se muestra en la figura 11 para determinar el lugar con el material idóneo para la preparación de bloques de tierra. La norma E080 estipula que la gradación del suelo adecuada para elaboración de bloques de tierra debe tener porcentajes de 10-20 % arcilla, 15-25 % limo, 55-70 % arena, haciendo énfasis en que no se permitan suelos orgánicos. (Normativa E.080, 2017)



*Figura 11:* Selección de material

Fuente: propia

Para conocer si la calidad de suelo es aceptable para la elaboración de adobes se realizaron las siguientes pruebas en campo:

\* **Prueba Cinta de Barro**

Usando una muestra de arcilla que la humedad permita, se formó un cilindro de 12mm de diámetro como se visualiza en la imagen 12, lo colocamos en la palma de la mano, se aplica presión poco a poco hasta que este cilindro tome 4mm. la cinta gruesa, tenemos que dejar que la cinta cuelgue.



*Figura 12: Formación de cilindro de barro*

Fuente: Propia

Si observamos que la cinta tiene entre 20 cm y 25 cm de largo como se visualiza en la figura 13, el suelo es muy pegajoso, por el contrario, si se corta a 10 cm o menos, el suelo tiene muy poca arcilla.

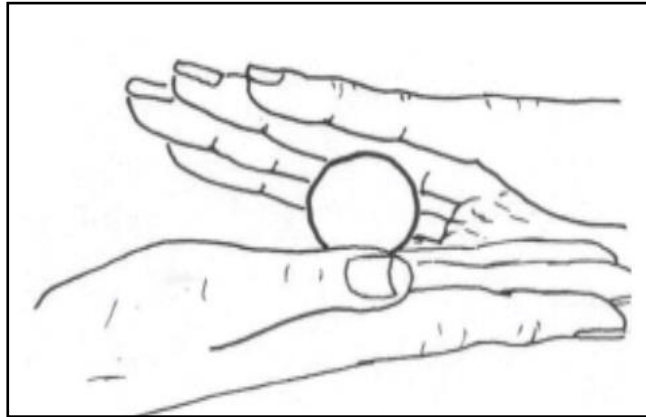


*Figura 13: Prueba cinta de barro*

Fuente: Propia.

\* **Prueba presencia de arcilla**

Se formó esferas del suelo como se aprecia en la figura 14, a continuación, se agregó la cantidad mínima de agua para hacer las cuatro esferas. La cantidad de agua debe ser suficiente para formar bolitas en la palma de la mano, sin que se deformen visiblemente a simple vista al secarse como se muestra en la Figura 15.



*Figura 14:* Prueba presencia de arcilla

Fuente: <https://bit.ly/3NzmN2H>



*Figura 15:* Esferas de tierra

Fuente: propia.

Dejaremos secar las bolas durante 48 horas sobre una superficie limpia, protegidas de los cambios climáticos típicos de la región.

Una vez que las bolas han terminado su tiempo de secado como se muestra en la figura 16, se presiona las bolas con los pulgares. Si se observa que al menos una bola se rompe, o se fractura después de la prueba, entonces se deben volver a moldear cuatro bolas usando el mismo material y secar en las mismas condiciones anteriores, si después de la segunda prueba observamos el mismo resultado inda que la tierra en el lugar no es adecuada.



*Figura 16: esferas secas de tierra*

Fuente: propia

**\* Prueba Contenido de Humedad**

Con la tierra de la muestra se elaboró una esfera, que debe ser del tamaño de nuestro puño, y la seguiremos haciendo caer libremente sobre una superficie plana desde una altura de 1,10 m, como se muestra en la Figura 17.



*Figura 17: Ubicación de altura para prueba*

Fuente: propia



Aquí vemos que, si la bola solo se deforma y no se desintegra, el contenido de agua es demasiado alto como se muestra en la figura 18. Sin embargo, si después de dejar caer la esfera de tierra como se muestra en la figura 19 y 20 la bola de tierra se divide en 5 o más piezas, el contenido de agua es suficiente.



*Figura 18:* Bola de tierra deformada

Fuente: propia



*Figura 19:* división de bola de tierra

Fuente: propia



*Figura 20:* cinco fragmentos de barro visibles

Fuente: propia

## Paso 2: Análisis granulométrico - método mecánico

Para la realización de este ensayo, se realizó una calicata como se muestra en la figura 21 y se tomó como referencia AASHTO D-422 el cual describe el procedimiento que se muestra a continuación:



Figura 21: Calicata en terreno seleccionado

Fuente: Propia

Los equipos utilizados en este ensayo fueron:

- Horno de secado.
- Balanza con sensibilidad de 0.1g.
- Bandejas, cepillo y brocha.
- Tamices de malla:

Tabla 4: Tamices utilizados en Norma ASTM-422

Tamices ASTM	
3 "(75.0 mm)	Nº4 (4.75 mm)
2 "(50.0 mm)	Nº10 (2.00 mm)
1 1/2"(37.5 mm)	Nº20 (0.85 mm)
1 "(25.0 mm)	Nº30 (0.60 mm)
3/4 "(19.0 mm)	Nº40 (0.425 mm)
1/2 "(12.5 mm)	Nº60 (0.250 mm)
3/8 "(9.5 mm)	Nº100 (0.150 mm)
1/4 "(6.3 mm)	Nº200 (0.075 mm)

Fuente: Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil.

El peso de suelo secado seleccionado para el ensayo será suficiente para la cantidad requerida para el análisis mecánico, así: Para la porción de la muestra retenida en el tamiz de 4.760 mm (N° 4), el peso dependerá de la partícula más grande tamaño según la Tabla 4. (E Bowles, 1981)

**Tabla 5:** *Peso de la muestra respecto al T.M.N.*

<b>Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)</b>	<b>Peso mínimo aproximado de la porción</b>
9,5 (3/8")	500
19,6 (3/4")	1000
25,7 (1")	2000
37,5 (1 1/2")	3000
50.0 (2")	4000
75,0 (3")	5000

Fuente: Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil.

Procedimiento:

- Se realizó el cuarteo de la muestra extraída.
- Enseguida se extrajo la muestra para determinar el peso de ésta.
- Una vez pesada la muestra se procede a introducirla al horno durante 24 horas.
- Posterior al retiro de la muestra en el horno se procedió a pesar la muestra.
- El peso requerido de la muestra se selecciona basándonos en datos de la tabla 4, en este caso se tomó 500 gramos.
- El proceso de tamizado de la porción que pasó el tamiz de 4,760 mm (N°4) se hizo por tamizado.

Cálculo:

$$\%Retenido = \frac{W_{Tamiz}}{W_1}$$

Dónde:

$W_{Tamiz}$  : Peso retenido en cada tamiz.

$W_1$  : Peso de la muestra secada al horno



### Límites de Atterberg:

**Limite líquido:** Se determinó utilizando la copa de Casagrande como se muestra en la figura 22, en 200 gramos de material proveniente de la calicata que pasa por la malla #40 se incorporó agua y se uniformizó la mezcla, enseguida se enraza la muestra dentro de la copa para hacer una ranura con el ranurador laminar. Finalmente se generan los golpes en la copa hasta que se observó que en el fondo se han cerrado la ranura.



Figura 22: Ensayo de limite líquido

Fuente: Propia

**Limite Plástico:** Se realizó utilizando material restante del ensayo de limite líquido, se formó cilindros pequeños con un diámetro de 3mm sobre una superficie de vidrio como se muestra en la figura 23.



Figura 23: Ensayo limite plástico

Fuente: Propia

**Índice de plasticidad:** Se obtuvo aplicando la siguiente expresión:

$$IP = LL - LP$$

Dónde:

IP: Índice de plasticidad

LL: Límite líquido

LP: Límite plástico

### **Paso 3: Selección de fuente de agua.**

El agua utilizada para la preparación de mezclas debe estar limpia y libre de presencia de aceites, ácidos, álcalis, material orgánico y otros elementos nocivos para la elaboración de mezclas utilizadas en la construcción. (Abanto,2017).

Inspección visual de fuente de agua.

En la figura 24 se muestra la caseta de bombeo de la fuente de agua, la cual fue seleccionada debido a que abastece de agua a todos los habitantes del Centro poblado Cotacucho.



*Figura 24:* Fuente de agua

Fuente: Propia

Se procedió a extraer una cantidad de este líquido en un recipiente de vidrio como se muestra en la figura 25, en donde no se observa materia orgánica, presencia de algún tipo de aceite, no se expide hedor, y como se mencionó en líneas anteriores es apta para consumo humano.



*Figura 25: Muestra de agua*

Fuente: Propia

La calidad de agua se identificó mediante inspección visual donde se pudo observar que el agua se encontraba libre de sustancias u elementos que ocasionen alteraciones o cambios desfavorables en el comportamiento del adobe.

#### **Paso 4: Obtención del Mucílago de Linaza**

El mucílago de linaza se obtuvo colocando en una relación de linaza agua de 1:20 (kg/kg) dentro de un recipiente de acero inoxidable, y llevado al fuego, dejándolo hervir por un promedio de 20 minutos como se observa en la figura 26.



*Figura 26 Obtención de mucílago de linaza.*

Fuente: Propia

#### **Paso 5: Procesos para la elaboración de unidad de adobe**

- **Dimensionamiento del adobe.**

El dimensionamiento de las unidades de adobe se basó en la

norma E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones, donde indica que los adobes de forma rectangular deben presentar un largo que sea el doble de su ancho, y que su altura debe ser la cuarta parte de su largo. (Normativa E.080, 2017)

De esta forma se obtuvieron las siguientes dimensiones:

$$L = 2 \times A$$

$$H = L/4$$

Donde:

Largo:  $L=0.25$  m

Ancho:  $A=0.13$  m

Altura:  $H=0.08$  m

En la figura 27 se muestra de forma ilustrativa las dimensiones del bloque de tierra.



*Figura 27: Dimensiones de adobe*

Fuente: Propia

#### ▪ **Elaboración de la mezcla.**

Se procedió a limpiar la superficie sobre la que se realizó la mezcla, para evitar que algún elemento la contamine. Se adiciona agua en pequeñas cantidades para saturar el suelo como se muestra en las figuras 28 y 29, se adicionó ichu y a continuación, se dividió en pequeñas porciones de 4.5 kilogramos que conformó cada unidad de adobe.



*Figura 28: Saturado de suelo*

Fuente: Propia



*Figura 29: Mezcla de suelo*

Fuente: Propia

- **Elaboración de adobe**

Para la elaboración de la mezcla se adicionó mucilago de linaza en porcentajes de 3%, 9% y 12% del peso de la porción necesaria para cada adobe. En la figura 30 se muestra que cada espécimen fue enumerado para reconocerlo con facilidad.



*Figura 30: Adobe desmoldados*

Fuente: Propia



Las unidades de adobe secaron por un periodo de 28 días como se muestra en la figura 31, después de ello serán ensayadas.



Figura 31: Adobe a edad de 28 días.

Fuente: Propia

### Paso 6: Ensayo de resistencia a la compresión

El ensayo de resistencia a la compresión se realizó de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificación Norma E-080.

- La resistencia se mide con ensayo de compresión del material en un cubo con aristas de 0,1 m como se muestran en las figuras 32 y 33
- Los cubos de adobes deben cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada.



Figura 32: Resistencia a compresión 0%

Fuente: Propia



Figura 33: Resistencia a compresión 12%

Fuente: Propia

### Paso 6: Ensayo de absorción

Para la prueba de permeabilidad se utilizaron 12 especímenes ya secos de adobes:

- 3 con cantidad de mucílago 0%
- 3 con cantidad de mucílago 3%
- 3 con cantidad de mucílago 9%
- 3 con cantidad de mucílago 12%

Como se observa en la figura 34 después de ser pesados cada uno de ellos y fueron sumergidos en recipientes rectangulares colmado con agua, antes de sumergir los adobes se extendió una franela para ayudar a retirar el adobe una vez que haya permanecido 24 horas.



*Figura 34: Saturación de unidades de adobe.*

Fuente: Propia

Transcurrido las 24 horas se retiró el adobe y se volvió a pesar como se muestra en la figura 35.



*Figura 35: Pesaje de adobe saturado por 24 horas.*

Fuente: Propia

### **Paso 7: Cuantificación de fisuras**

La cuantificación de la cantidad de fisuras presentadas en la superficie del adobe se realizó de forma empírica utilizando un vernier como se muestra en las figuras 36 y 37, se tomó en cuenta fisuras que tengan una longitud mayor a 1 centímetro de longitud.

Y se estableció una relación entre número de fisuras por área de superficie del adobe.



*Figura 36: Cuantificación de fisuras adobe tipo1*

Fuente: Propia





*Figura 37: Cuantificación de fisuras adobe tipo 4*

Fuente: Propia

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

Los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión, ensayo de permeabilidad y cuantificación de fisuras fueron procesados por softwares de Microsoft office como Excel para la elaboración de tablas y gráficos presentados para su interpretación, también se utilizó Word para presentar la explicación textual de los resultados.

### **3.7 Aspectos éticos**

Uno de los aspectos éticos principales que promueven esta investigación es el mencionado en el artículo 7 del código de ética que propone que el investigador debe escoger con cuidado la obtención e interpretación de información.

Citar la información obtenida de trabajos de investigación, revistas y libros, de tal manera que se le da el crédito al autor como indica el artículo 14 del código de ética, una tesis de investigación culminada se debería publicar en medios pertinentes y al observar que no se ha citado información puede ocasionar conflictos. Esta recomendación se ha tomado en cuenta para realizar dicha difusión.

#### IV. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio, como el de resistencia a la compresión, ensayo de absorción y conteo de fisuras. Para una mejor ilustración se presentan en tablas, gráficos y cuadros.

##### **Análisis granulométrico**

El análisis granulométrico se realizó siguiendo los procedimientos que se muestran en la norma ASTM D-422, a continuación, se muestran los resultados obtenidos en donde se desprende que el mayor porcentaje de material fino, representado por un porcentaje de 86.44% de arena con respecto a la muestra inicial, un porcentaje de material fino de 11.96% que representa el porcentaje de arcilla y limos.

La muestra tiene clasificación SUCS que indica SP-SC, indicador de que se trata de una arena arcillosa y arena mal graduada.

**Tabla 6:** Análisis granulométrico por tamizado

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
1/2"	12.500		0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	2.00	0.40	0.40	99.60
N°04	4.750	6.00	1.20	1.60	98.40
N°10	2.000	17.00	6.17	7.77	92.23
N°20	0.840	24.00	8.71	16.48	83.52
N°40	0.425	9.00	3.27	19.75	80.25
N°100	0.150	60.00	21.77	41.52	58.48
N°200	0.075	128.20	46.52	88.04	11.96
<N°200		33.00	11.97	100.0	

Fuente: Laboratorio de suelos Tikari s.a.c.

Límites de consistencia:

L.L. : 23.26%

L.P. : 18.88%

I.P. : 4.38%

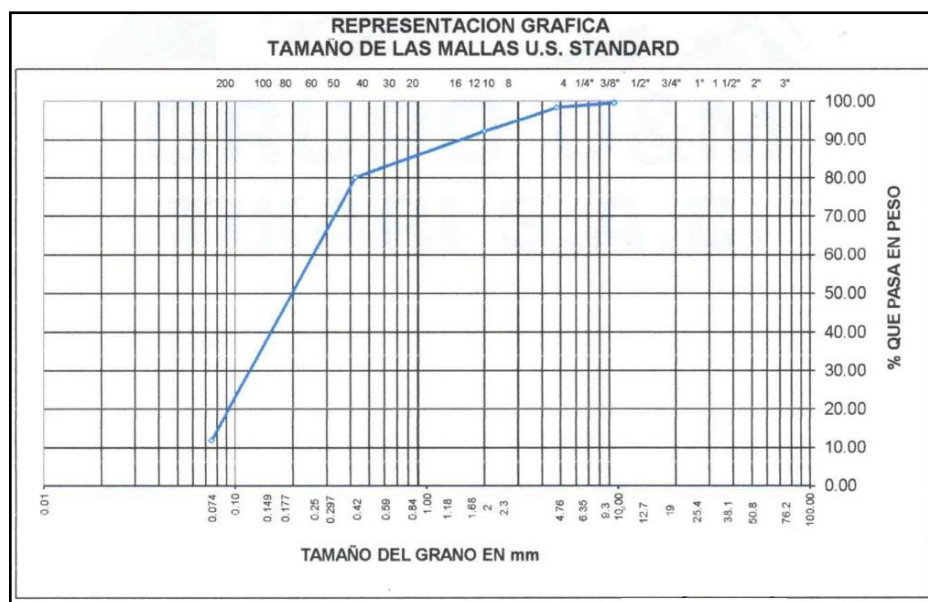


Figura 38: Curva granulométrica de la muestra.

Fuente: Laboratorio Tikari s.a.c.

## Propiedades físicas

### Ensayo de absorción

Los resultados obtenidos al someter las muestras al ensayo de absorción indican que, en un periodo de 24 horas de saturación, las unidades que contenían mucílago de linaza mostraron un menor porcentaje de absorción, lo que indica una mejora en su permeabilidad. En la tabla 6 se presenta los resultados y para una mejor comprensión se los resultados se presenta la figura 39.

Tabla 7: Resumen de ensayos de absorción en adobe

Ensayo de absorción (%)				
N° muestra	Dosificación de mucílago de linaza			
	0%	3%	9%	12%
M1	21.31	18.52	14.19	12.19
M2	20.99	18.26	14.54	12.58
M3	21.44	18.14	13.98	12.90
<b>Promedio</b>	<b>21.25</b>	<b>18.31</b>	<b>14.24</b>	<b>12.56</b>

Fuente: propia

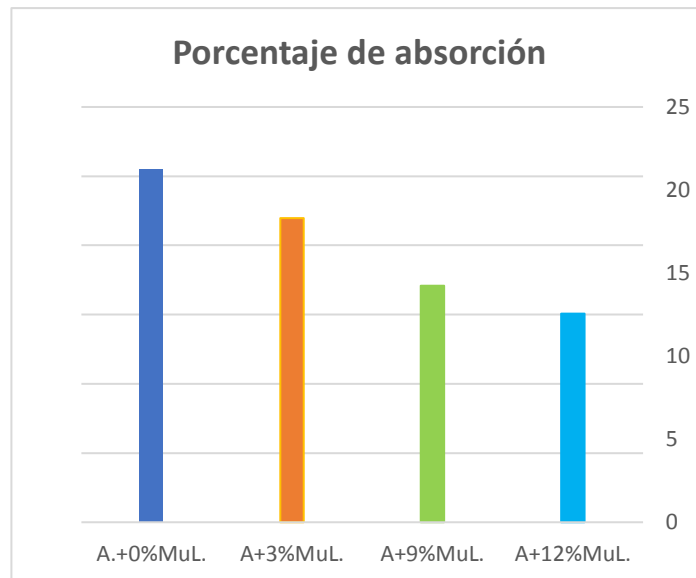


Figura 39: Resultados de ensayo de absorción  
Fuente: Propia.

### Cuantificación de fisuras

Los resultados obtenidos en la cuantificación de fisuras están en función de un área de 1.71 m<sup>2</sup>, el cálculo de esta área se presenta en la tabla 7, donde el área total es la sumatoria del área de las caras del bloque de tierra.

Tabla 8: Cálculo del área de la superficie de unidad de adobe.

	Cantidad	L (m)	A (m)	H(m)	ÁREA
Área de base	2	0.25	0.13		0.07
Lado 1	2	0.25		0.08	0.02
Lado 2	2		0.13	0.08	1.63
<b>Área total de unidad de adobe (m2)</b>					<b>1.71</b>

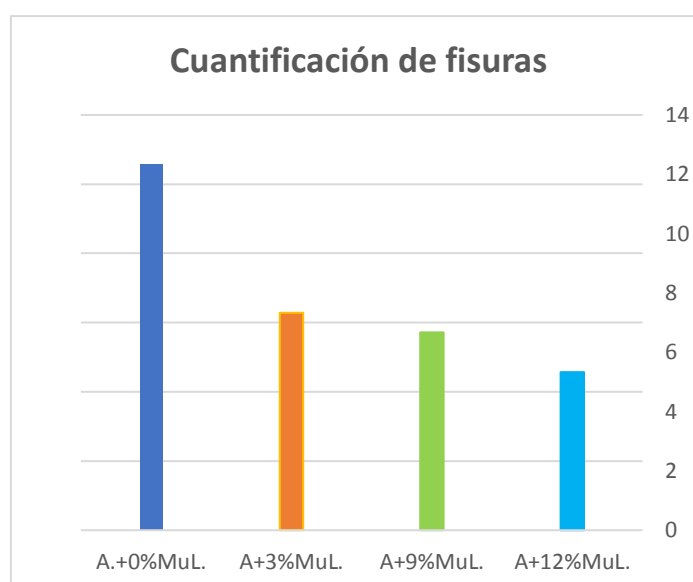
Fuente: propia

El conteo de fisuras se presenta en la tabla 8, se realizó de forma empírica, tomando en cuenta fisuras con una longitud mínima de 1 cm, en la tabla 8 se muestran los resultados, de los cuales se desprende que la cantidad de fisuras disminuye a medida de que el porcentaje de dosificación de mucílago de linaza se incrementa, en la figura 40 se observa que la consistencia viscosa del mucílago genera un decremento en fisuras a una dosificación de 12% donde solo se presentaron un promedio de 5, en comparación al adobe convencional en donde se presentaron 12 fisuras en promedio.

**Tabla 9:** Resumen de cuantificación de fisuras en adobe

Cantidad de fisuras(und/m2)					
N° muestra	Área de adobe	Dosificación de mucílago de linaza			
		0%	3%	9%	12%
M1	1.71	10.00	8.00	8.00	5.00
M2	1.71	12.00	6.00	7.00	7.00
M3	1.71	15.00	8.00	5.00	4.00
<b>Promedio</b>	<b>1.71</b>	<b>12.33</b>	<b>7.33</b>	<b>6.67</b>	<b>5.33</b>

Fuente: propia



*Figura 40:* Resultados cuantificación de fisuras

Fuente: Propia.

## Propiedades Mecánicas

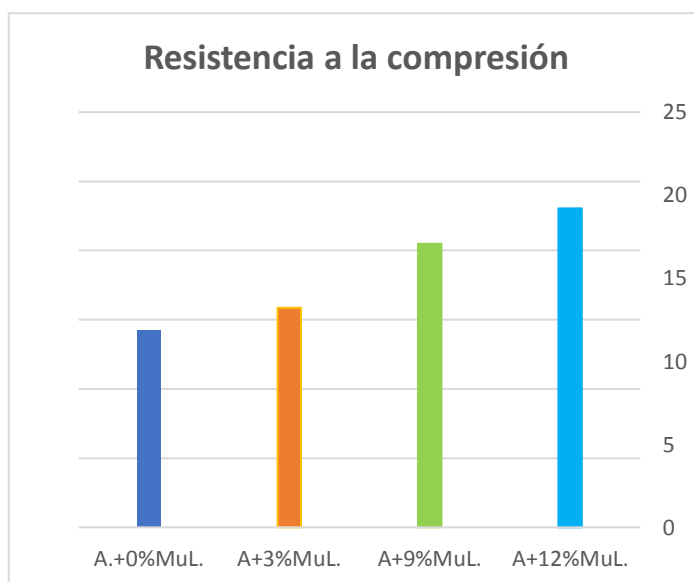
### Ensayo de resistencia a la compresión

En la tabla 9 se observa los resultados del ensayo de resistencia a la compresión obtenidos en laboratorio aplicado en 6 bloques de tierra no estabilizada y en bloques estabilizados en porcentajes de 3%, 9%, 5% y 12%, de los resultados se desprende que hay un incremento en la resistencia a la compresión de las muestras en medida que la dosificación de mucílago se incrementa, esto se aprecia en la figura 41.

**Tabla 10:** Resumen ensayo resistencia a la compresión

Ensayo resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )				
N° muestra	Dosificación de mucílago de linaza			
	0%	3%	9%	12%
<b>M1</b>	12.20	12.50	17.20	19.40
<b>M2</b>	12.30	13.60	16.30	19.60
<b>M3</b>	11.80	12.00	16.90	19.60
<b>M4</b>	11.10	13.80	16.50	18.20
<b>M5</b>	11.90	13.50	17.90	19.50
<b>M6</b>	12.00	13.90	17.60	18.90
<b>Promedio</b>	<b>11.88</b>	<b>13.22</b>	<b>17.07</b>	<b>19.20</b>

Fuente: propia



*Figura 41:* Resultados resistencia a la compresión

Fuente: Propia.

### **Contrastación de hipótesis.**

La contrastación de hipótesis se define como un modelo que tiene como objetivo comprobar si una estimación se adapta a la realidad de forma fiable. (José L., 2017).

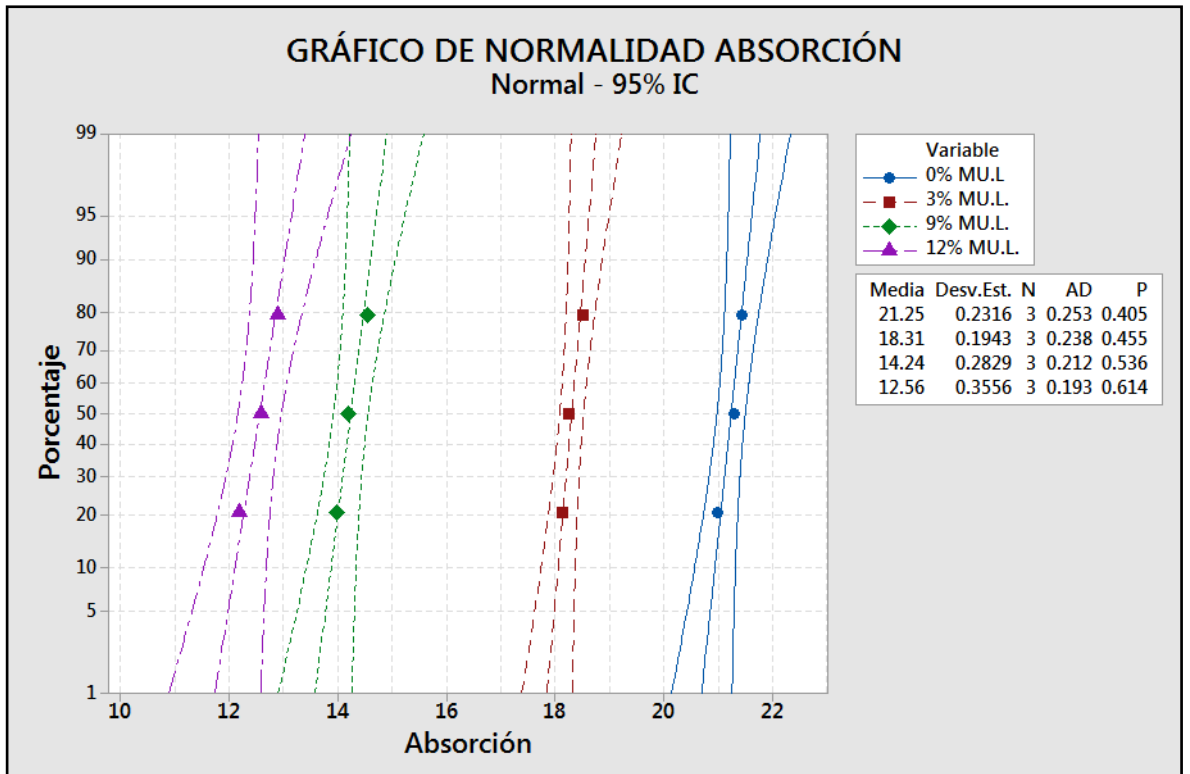


Figura 42: Prueba de normalidad de indicadores absorción

Fuente: software Minitab

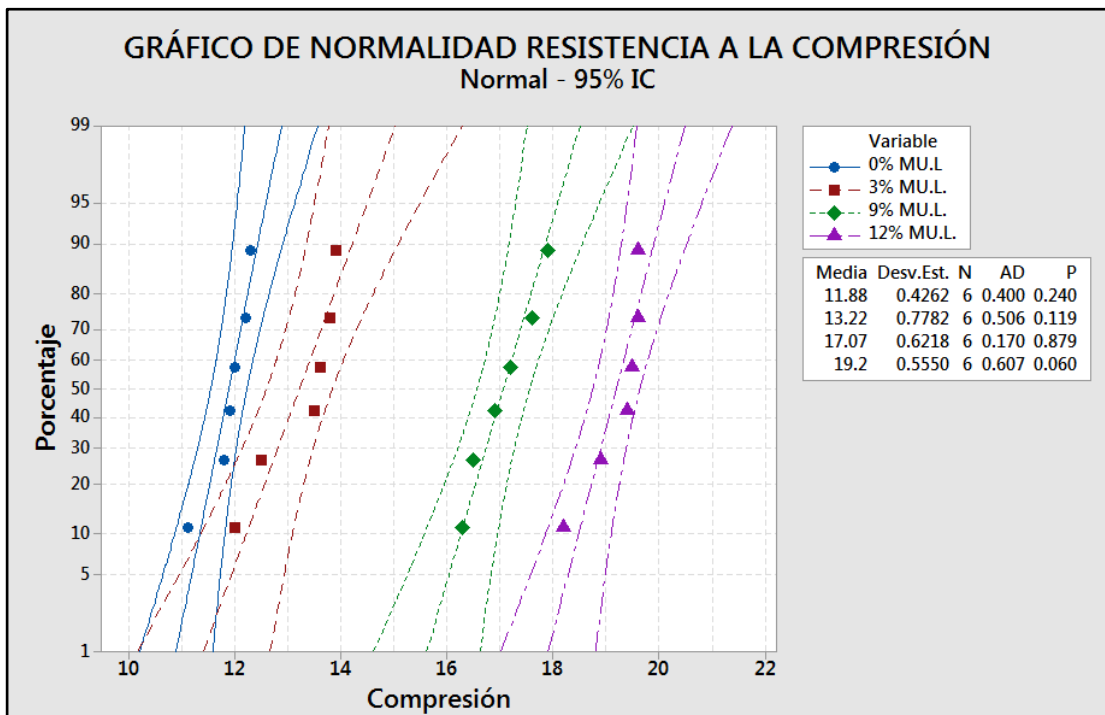


Figura 43: Prueba de normalidad de indicadores compresión.

Fuente: software Minitab

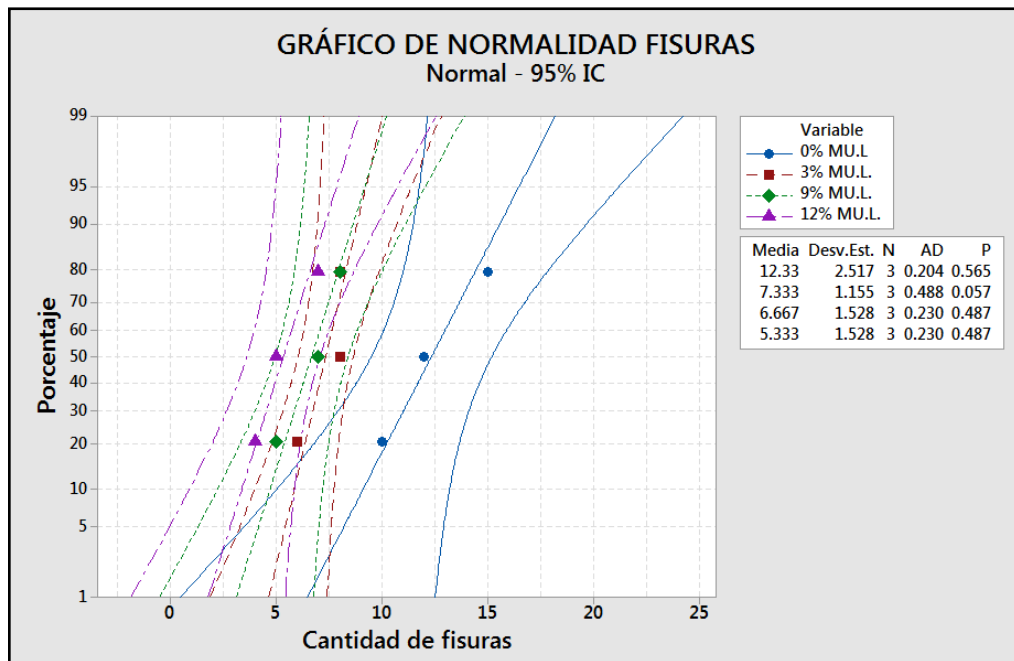


Figura 44: Prueba de normalidad de indicadores cant. fisuras

Fuente: software Minitab

En la figura 42, figura 43 y 44 se muestra que el valor de P es mayor a 0.05, por lo cual es aplicable la prueba paramétrica de análisis de varianzas.

### Contrastación de hipótesis secundaria 1: Absorción

#### Planteamiento de hipótesis

$H_0$ :  $\bar{x} = 21.25$ , La media muestral y la media poblacional son iguales en los valores de absorción del adobe.

$H_1$ :  $\bar{x} < 21.25$ , La media muestral es menor que la media poblacional en los valores de absorción del adobe.

Tabla 11: Prueba paramétrica ANOVA - absorción

Fuente	Grado de libertad	SC Ajust.	MC Ajuste	Valor F	Valor P
Factor	3	139.312	46.4374	623.67	0.000
Error	8	0.596	0.0745		
Total	11	139.908			

Fuente: propia



Según la regla de decisión si la significancia es menor a 0.05, se acepta la hipótesis alterna, lo cual indica que al adicionar mucílago de linaza existe diferencia significativa entre los grupos o medias de valores de absorción del adobe, de la figura 45 se interpreta que la adición de mucílago de linaza mejora la impermeabilidad de las unidades de adobe.

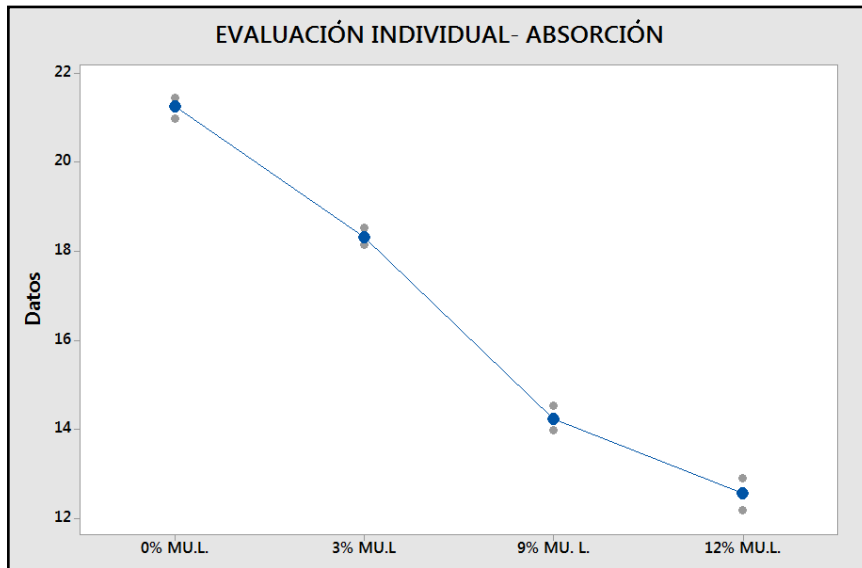


Figura 45: Evaluación individual absorción.

Fuente: software Minitab

En la tabla 12 podemos observar que las medias son distintas de forma significativa, es decir que las diferentes dosificaciones de mucílago de linaza ocasionan distintos porcentajes de absorción.

**Tabla 12:** Comparaciones múltiples de TUKEY- absorción

Dosificación	N	Media	Agrupación
0% MU.L.	3	21.247	A
3% MU.L.	3	18.307	B
9% MU.L.	3	14.237	C
12% MU.L.	3	12.557	D

Fuente: propia

## Contrastación de hipótesis secundaria 2- resistencia a la compresión

$H_0: \bar{x} = 11.88$ , La media muestral y la media poblacional son iguales en los valores de resistencia a la compresión del adobe.

$H_1: \bar{x} > 11.88$ , La media muestral es mayor a la media poblacional en los valores de resistencia a la compresión del adobe.

Tabla 13: Prueba paramétrica ANOVA- Compresión

Fuente	Grado de libertad	SC Ajust.	MC Ajuste	Valor F	Valor P
Factor	3	206.028	68.6761	185.36	0.000
Error	20	7.410	0.3705		
Total	23	213.438			

Fuente: propia

La significancia es menor a 0.05, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna, lo cual indica que al adicionar mucílago de linaza existe diferencia entre los grupos o medias de valores de resistencia a la compresión del adobe, de la figura 46 se interpreta que la adición de mucílago de linaza mejora la resistencia a la compresión de los bloques de tierra.

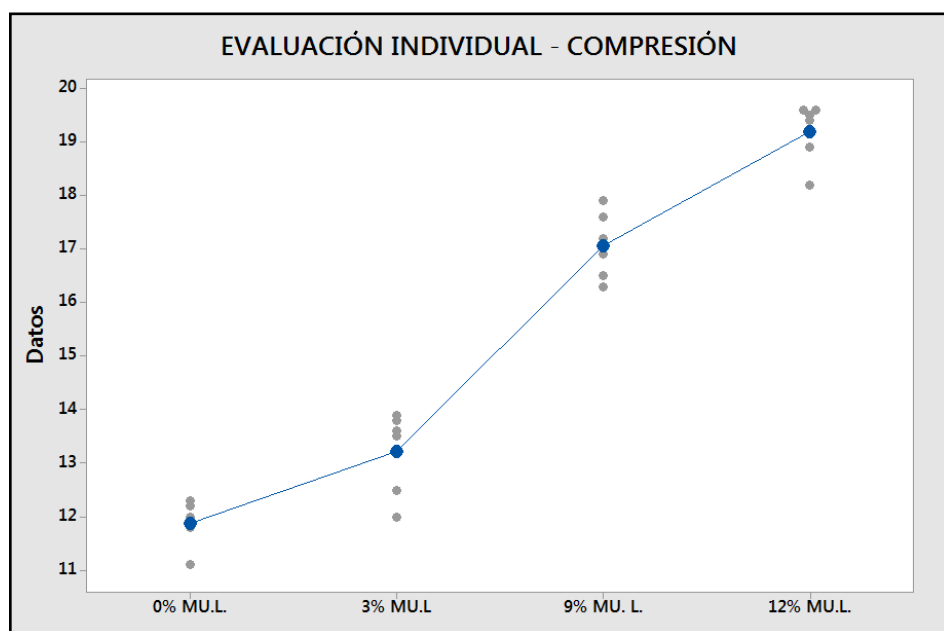


Figura 46: Evaluación individual compresión

Fuente: software Minitab.

En la tabla 14 podemos observar que las medias son distintas de forma significativa, es decir que las diferentes dosificaciones de mucílago de linaza ocasionan distintos valores de resistencia a la compresión del adobe.

**Tabla 14:** Comparaciones múltiples de TUKEY - compresión

Dosificación	N	Media	Agrupación
0% MU.L.	6	19.200	A
3% MU.L.	6	17.067	B
9% MU.L.	6	13.217	C
12% MU.L.	6	11.883	D

Fuente: propia

### Contrastación de hipótesis secundaria 3- cantidad de fisuras

$H_0$ :  $\bar{x} = 12.33$ , La media muestral es igual a la media poblacional en los valores de cantidad de fisuras del adobe

$H_1$ :  $\bar{x} < 12.33$ , La media muestral es menor que la media poblacional en los valores de cantidad de fisuras del adobe.

**Tabla 15:** Prueba paramétrica ANOVA- fisuras

Fuente	Grado de libertad	SC Ajust.	MC Ajuste	Valor F	Valor P
Factor	3	84.25	28.083	9.11	0.006
Error	8	24.67	3.083		
Total	11	108.92			

Fuente: propia

En la tabla 15 se puede observar que el valor de la significancia es menor a 0.05, en consecuencia, se acepta la hipótesis alterna cual indica que al adicionar mucílago de linaza existe diferencia entre los grupos o medias de valores de cantidad de fisuras del adobe, de la figura 47 se interpreta que la adición de mucílago de linaza disminuye la cantidad de fisuras presentes en los bloques de tierra.

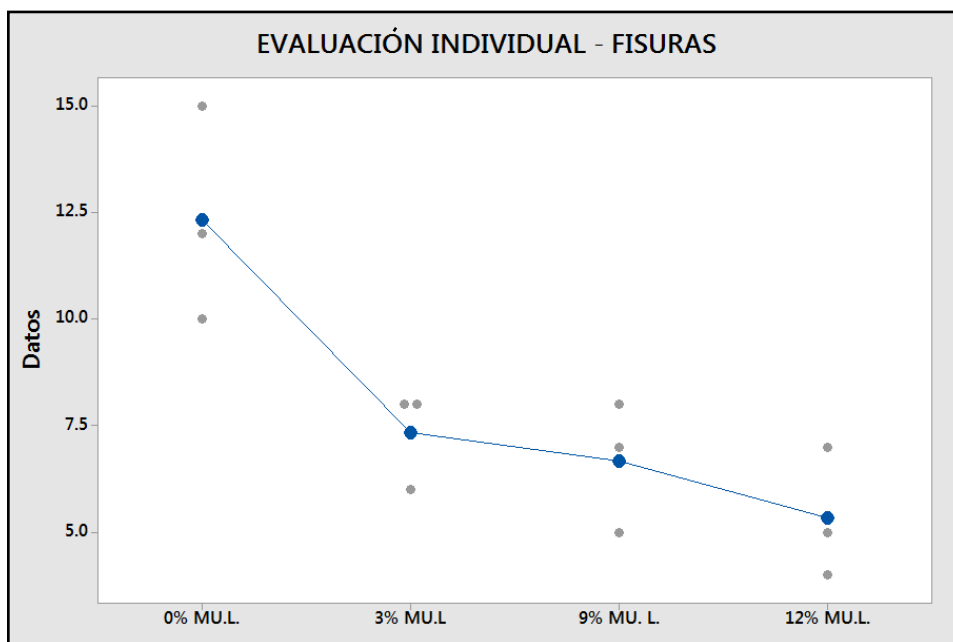


Figura 47: Evaluación individual fisuras

Fuente: software Minitab

En la tabla 16 podemos observar que las medias de dosificación 0% y dosificaciones mayores al 3% de mucílago de linaza son diferentes, sin embargo, las medias de las adiciones de 3%, 9% y 12% de mucílago de linaza no tienen una variación significativa.

Tabla 16: Comparaciones múltiples de TUKEY- fisuras

Dosificación	N	Media	Agrupación
0% MU.L.	3	12.33	A
3% MU.L.	3	7.333	B
9% MU.L.	3	6.667	B
12% MU.L.	3	5.333	B

Fuente: propia.

## V. DISCUSIÓN

La investigación presentada se realizó con el objetivo de mejorar propiedades físicas, mecánicas del adobe, de viviendas localizadas en el centro poblado de Cotacuyo, para este fin se realizó una serie de ensayos de laboratorio que determinaron los siguientes valores, en los ensayos de resistencia a la compresión ésta se incrementa mientras la dosificación de mucílago de linaza se adiciona en cantidades mayores, para dosificación de 3% se tiene una resistencia promedio de 13.22 kg/cm<sup>2</sup>, para una dosificación de 9% se tiene una resistencia promedio de 17.07 kg/cm<sup>2</sup>, siendo la óptima dosificación de 12% de mucílago de linaza lo cual tiene una resistencia óptima de 19.20 kg/cm<sup>2</sup>. En la investigación de Nieto y Tello quienes estabilizan el adobe con mucílago de penca de tuna Después de realizar las pruebas de resistencia a la compresión de las unidades de adobe en laboratorio concluyó que la cantidad óptima de mucílago era D: 18.0%, debido a que obtuvo una resistencia de a la fuerza de compresión de 25,2 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, es probable que, si se incrementa el porcentaje de dosificación de mucílago de linaza alcance resistencias mayores, también es probable que si la dosificación es alta llevaría a disminuir su resistencia.

La cantidad de mucílago de linaza se aplicó en menor cantidad que en la investigación de Nieto debido a que la linaza presenta cantidad de grasa de 14.40%, lo cual lleva a suponer que sus efectos impermeabilizantes serían los positivos, siguiendo estas ideas, se realizaron ensayos de absorción los cuales dieron como resultado que para una dosificación de 3%, 9%, 12% se tiene porcentajes de absorción de 18.31%, 14.24% y 12.56% respectivamente. Por otro lado, Díaz y Puyen al estabilizar adobe con jabonato de alumbre o mucílago de cactus de san pedro indican que obtuvieron un mejor resultado para una dosificación de 12% de goma de san Pedro, ellos al simular una inundación en muretes pusieron a prueba la permeabilidad de los muretes.

Aunque en esta investigación se haya realizado el ensayo de absorción en unidades de adobe, se obtuvo que el porcentaje óptimo es de 12% de mucílago de linaza.

Durante los días de secado de los bloques de tierra se pudo observar la aparición de pequeñas fisuras, ellas no eran muy visibles los primeros días de secado por lo cual se optó por realizar el conteo de fisuras el día 28 de secado.

Después de transcurridos los 28 días se realizó una inspección visual en las unidades contabilizando las fisuras mayores a 1 cm. La cantidad de fisuras disminuye conforme la dosificación de mucilago se incrementa de esta manera para una dosificación de 3%, 9%, 12% se obtuvieron una relación respecto al área de 7.33 und/m<sup>2</sup>, 6.67 und/m<sup>2</sup> y 5.33 und/m<sup>2</sup> respectivamente.

El Método de investigación aplicado en esta tesis fue el hipotético deductivo, de nivel Correlacional-Explicativo y de tipo experimental.

Al ser una investigación experimental se tomó como punto de partida investigaciones predecesoras, el reglamento nacional de edificaciones que muestran una idea para formular los métodos para realizar la elaboración del adobe, elección del material a utilizar, sin embargo, es importante resaltar que en el momento de elaborar los bloques de tierra estabilizados se debe tomar en cuenta que el mucílago de linaza aporta humedad a la muestra.

Otro punto importante es que las muestras de adobe estabilizadas demoran un poco más en secar por completo respecto a los adobes no estabilizados, para ello se elaboraron testigos extras para verificar si efectivamente a los 28 días estaban completamente secos y aptos para someter a los ensayos.

Por ser temporada de helada en la Región Puno se dio cuidado especial los testigos cubriéndolos por las noches para evitar que las bajas temperaturas ocasionen perjuicios.

## VI. CONCLUSIONES

Con referencia al objetivo general, el cual buscaba mejorar las propiedades físico – mecánicas del adobe, se concluye que la dosificación óptima de 12% mejora dichas propiedades.

Respecto al objetivo específico 1, se concluye que la dosificación óptima de mucílago de linaza que mejoró la permeabilidad de los bloques de tierra fue D=12% la cuál alcanzo un porcentaje de absorción de 12.56 %, las adiciones de goma de linaza de 9% y 3% tuvieron un porcentaje de absorción de 14.24% y 18.31% respectivamente.

Respecto al objetivo específico 2, se concluye que la adición optima de goma de linaza para mejorar la resistencia a la compresión del adobe fue de D=12%, con este porcentaje de mucílago en su composición el bloque demostró una resistencia a la fuerza de compresión de 19.20 kg/cm<sup>2</sup>, en dosificaciones de D=9% Y D=3% se obtuvieron resistencias de 17.07 kg/cm<sup>2</sup> y 13.22 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

Respecto al objetivo específico 3, se concluye que con una dosificación de 12% de goma de linaza se obtuvo una cantidad de 5.33 und/m<sup>2</sup> de fisuras en la superficie de los bloques de adobe, siendo esta la cantidad óptima de mucílago de linaza. Por otro lado, en dosificaciones de 9% y 3% se observaron 6.67 und/m<sup>2</sup> y 7.33 und/m<sup>2</sup> de fisuras, todas ellas mayores a 1 cm de longitud de inicio a fin de cada fisura.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda tomar en cuenta que el mucílago de linaza contiene agua, por lo que aporta humedad a la mezcla, para la realización de la prueba de bola de barro se debe tener en cuenta que es favorable que ésta se divida en más de 5 fragmentos.

Se recomienda tamizar el suelo antes de elaborar los adobes para retirar terrones y materia orgánica que pueda estar presente en este material.

La elaboración de adobes debe realizarse sobre una superficie libre de objetos u otros elementos que puedan tener una influencia negativa en los resultados de laboratorio.

Se recomienda elaborar los adobes en temporadas calurosas o de clima regularmente caluroso pues las bajas temperaturas ocasionan daños en el proceso de secado de los bloques de tierra.

La adición de mucílago aporta viscosidad a los bloques de adobe lo que ocasiona una demora en el tiempo de secado de éstos, es recomendable realizar adobes extras para romperlos y verificar si han secado completamente.

Para futuras investigaciones se recomienda realizar investigaciones sobre tarrajeo de paredes de adobe con adiciones de mucílago de linaza, debido a que esta sustancia disminuye la cantidad de fisuras presentes en las superficies.



## REFERENCIAS

### Textos:

NAMAKFOROOSH, Mohammad. Metodología de la Investigación [en línea].2ª ed. México: Limusa, 2005. [Fecha de Consulta:18 de marzo de 2005]. Disponible en <https://bit.ly/3CPAm9a>

ROJAS, Estrellita. El Usuario de la Información [en línea].1ª ed. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia, 1997. [Fecha de Consulta: no indica]. Disponible en <https://bit.ly/3qdLzeS>

BOWLES, Joseph. Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil. 1ª ed. Colombia: Editorial Mc Graw-Hill Latinoamericana S.A., 1981. 230 pp. ISBN: 968-451-046-2

ROUX, Rubén. Los bloques de tierra comprimida (BTC) en zonas húmedas [en línea].. 1ª ed. México: Plaza y valdes S.A., 2010, [Fecha de Consulta: 20/03/2022]. ISBN: 978-607-402-188-2 Disponible en <https://bit.ly/3tUUHt>

RICO, Alfonso y DEL CASTILLO, Hermilio. La ingeniería de suelos en las vías terrestres. 1ª ed. México: Editorial Limusa S.A.de C.V., 2005. 348 pp. ISBN: 968-18-0054-0 Disponible en <https://bit.ly/3tyIrvX>

MORTEROS de revestimiento por Igone Azkárate [et al.] Madrid: Editorial AFAM,2006. 35pp. Disponible en <https://bit.ly/3iBJi8M>

SIERRA, Alicia y CABALLERO, Elvira. Selección de lecturas de metodología de la investigación educativa. 3ª ed. Cuba: Editorial Pueblo y educación, 2009. 81 pp.

ISBN: 978-959-13-3941-6

Disponible en <https://bit.ly/3LEhm01>

TAMAYO, Mario, El proceso de la investigación científica. 4ª ed. México: Editorial Limusa, 2004. 435 pp.

ISBN: 968-18-5872-7

Disponible en <https://bit.ly/3N11syg>

ABANTO, Flavio, Tecnología del concreto. Ed 2017. Lima: Editorial San Marcos, 2017. 242 pp.

ISBN: 0978612315463

#### **Diccionario:**

DICCIONARIO de arquitectura y construcción, Ignacio Paricio, 2022. 167 pp.

Disponible en <https://bit.ly/3JGyPVs>

#### **Trabajos de titulación:**

NIETO Lucero y TELLO Edna. Adobe estabilizado con mucilago de penca de tuna, resistente al contacto con el agua para la construcción de viviendas populares empleados en la sierra del Perú. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019.126 pp.

Disponible en <https://bit.ly/36YnZfc>

CANSINO Alex y OLANO Mily. Incorporación del mucilago de café para elevar la resistencia a la compresión del adobe convencional en Jaén 20211. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021.78 pp.

Disponible en <https://bit.ly/3IEIB9y>

DIAZ Carlos y PUYEN Víctor. Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonato de alumbre o mucilago de cactus de san pedro. Tesis (Ingeniero Civil Ambiental). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2019. 467 pp.

Disponible en <https://bit.ly/3iB8iwX>

BENITES Verónica. Adobe estabilizado con extracto de cabuya (*Furcraea andina*). Tesis (Ingeniero Civil). Piura: Universidad de Piura, 2017. 86 pp.

Disponible en <https://bit.ly/3wllU1J>

RAMÍREZ José. Estudio de las propiedades mecánico y físicas del adobe con biopolímeros de fuentes locales. Tesis (Magister en ingeniería civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016. 39 pp.

Disponible en <https://bit.ly/3LyeCC6>

CHÁVEZ Julio. Mortero ecológico para casas autoconstruidas con materiales locales en el departamento de Jutiapa. Tesis (Ingeniero Civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009. 302 pp.

Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3047\\_c.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3047_c.pdf)

GARCÍA Itzel. Estudio de permeabilidad en el adobe implementando agregados naturales. Tesis (Ingeniero en Diseño). México: Universidad Tecnológica de la Mixteca, 2017. 212 pp.

Disponible en: [http://jupiter.utm.mx/~tesis\\_dig/13322.pdf](http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/13322.pdf)

BECERRA Edil. Optimización del secado por aspersion del mucilago de linaza (*Linum usitatissimum* L.) y evaluación de sus propiedades reológicas. Tesis (Ingeniero en Industrias alimentarias). Huánuco: Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2017. 81pp.

Disponible en: <https://bit.ly/3qhiSh4>

PIPIRAITE Toma. Humedades en edificación. Estudio desde su origen hasta la actualidad, y aplicaciones contemporáneas. Tesis (Ingeniero). Huánuco: Universitat Politècnica de Valencia, 2017. 70pp.

Disponible en <https://bit.ly/3tLbzQM>

FERNANDEZ Juan. Humedad proveniente del suelo en edificaciones. Tesis (Ingeniero civil). Santiago: Universidad de Chile, 2008. 113pp

Disponible en <https://bit.ly/3NtMfGL>

### **Artículo en revista electrónica**

HIDALGO, Laura. Sinopsis Educativa [en línea]. Junio -Diciembre 2005 n°1 y 2 Vol. 5. [fecha de consulta: diciembre 2005].

Disponible en: <https://bit.ly/3wgnkjK>

Equipo editorial, Etecé. Concepto.de [en línea]. Agosto 2021, última edición. [Fecha de consulta: 10 de marzo de 2022].

Disponible en <https://bit.ly/3IVowvL>

Equipo editorial, Etecé. Concepto.de [en línea]. Julio 2021, última edición. [Fecha de consulta: 10 de marzo de 2022].

Disponible en <https://bit.ly/3qQcde6>

QUINTERO, Luz et al. Revista ION [en línea]. Vol. 24, 8 de abril de 2011[fecha de consulta: 20 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/3J07U5Y>

EFECTO de la impermeabilidad del mucílago de nopal en bloques de tierra comprimidos por Aranda [et al.]. Nova Scientia [en línea].noviembre – abril 2013, n°11[fecha de consulta: 21 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/35qjh9x>

LA LINAZA como fuente de compuestos bioactivos para la elaboración de alimentos por Figuerola [et al.]. Agro sur [en línea] 2008, n°36 [fecha de consulta: 25 de marzo de 2022].

Disponible en <https://bit.ly/3qQyJ6B>

JOSE, Francisco. Economipedia [en línea]. Octubre 2017, última edición. [fecha de consulta: diciembre 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/3AjaZO2>

### **Boletines**

ARQUITECTURA de tierra: El adobe como material de construcción en la época prehispánica. [en línea]. México: Sociedad Geológica Mexicana. [Fecha de consulta: 22/03/2022].

Disponible en <https://bit.ly/3K1gFOW>

LOS PROCESOS de formación de arcillas y su importancia en la utilización industrial.[en línea]. España: Boletín de Sociedad Española. [Fecha de consulta: 20/03/2022].

Disponible en <https://bit.ly/3K1WnV5>

### **Blogs**

Clima y el tiempo promedio en todo el año en Vilquechico [publicación en blog].. Weather Spark, (10 de marzo de 2022).

Disponible en <https://bit.ly/3up9ucy>

Niveles de Investigación. [publicación en blog]. Perú. Moreno, E. (5 de diciembre de 2016).

Disponible en <https://bit.ly/3u6vbxO>

Tipos de Investigación. [publicación en blog]. Perú. Suárez, N. (14 de octubre de 2020).

Disponible en <https://bit.ly/3LhqtEr>

Humedad por Capilaridad. [publicación en blog]. Blatem. (22 de octubre de 2019).

Disponible en <https://bit.ly/38aGVbh>

### **Normas**

INSTITUTO de la Construcción y Gerencia (Perú). Diseño y construcción con tierra. E-080. Lima, 2017.

## ANEXOS

### ANEXO 01: Matriz de consistencia

“Mucilago de linaza en el mejoramiento de las propiedades fisico-mecánicas del adobe para viviendas rurales, Huancané – Puno 2022.”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA
<b>PROBLEMA PRINCIPAL</b> ¿Cómo el mucilago de linaza mejoraría las propiedades físico mecánicas del adobe para viviendas rurales, Huancané – Puno 2022?	<b>OBJETIVO PRINCIPAL</b> Mejorar las propiedades físico – mecánicas del adobe para viviendas rurales por medio del mucilago de linaza	<b>HIPÓTESIS PRINCIPAL</b> El mucilago de linaza mejora las propiedades físico mecánicas del adobe para viviendas rurales				<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</b> Científico hipotético deductivo</li> <li>• <b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b> Experimental Ge1 (A): Y1 → X → Y2 Ge2 (A): Y3 → X' → Y4 Ge1 Grupo experimental Ge2 Tratamiento convencional</li> <li>• <b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> Aplicada</li> <li>• <b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b> correlacional-explicativo</li> <li>• <b>POBLACIÓN</b> La población será de 60 unidades de adobe con adición de mucilago de linaza</li> <li>• <b>MUESTRA</b> 48 unidades de adobe con adición de mucilago de linaza</li> <li>• <b>TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE DATOS:</b> Fuentes primarias: Observación Fuentes secundarias: Textos, tesis, formatos de control, fichas.</li> <li>• <b>TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS:</b> A través de software de cálculo, Excel</li> </ul>
<b>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 1</b> ¿Cuánto es la proporción óptima de mucilago de linaza que incrementaría la impermeabilidad del adobe para viviendas rurales?	<b>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 1</b> Incrementar la impermeabilidad del adobe mediante la aplicación de una proporción óptima de mucilago de linaza	<b>HIPÓTESIS SECUNDARIO Nº1</b> Una proporción de 12% de mucilago de linaza incrementa la impermeabilidad del adobe para viviendas rurales.	<b>VI:</b> Mucilago de Linaza.	• Cantidad de mucilago.	• Peso (Kg/m <sup>3</sup> )	
<b>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 2</b> ¿Cuánto es la proporción óptima de mucilago de linaza que incrementaría la resistencia a la compresión en el adobe?	<b>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 2</b> Incrementar la resistencia a la compresión del adobe mediante la aplicación de una proporción óptima de mucilago de linaza.	<b>HIPÓTESIS SECUNDARIO Nº2</b> Una proporción de 12% de mucilago de linaza incrementa la resistencia a la compresión del adobe para viviendas rurales.	<b>VD:</b> Permeabilidad, resistencia compresión y fisuras	• Permeabilidad • Esfuerzo • Cantidad de Fisuras	• Absorción (%) • Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) • Observación (Unid/m <sup>2</sup> )	
<b>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 3</b> ¿Cómo el mucilago de linaza disminuirá la presencia de fisuras en el adobe durante el proceso de secado?	<b>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 3</b> Disminuir la presencia de fisuras en el adobe durante el proceso de secado por medio del mucilago de linaza	<b>HIPÓTESIS SECUNDARIO Nº3</b> El mucilago de linaza disminuye la presencia de fisuras en el adobe durante el proceso de secado.				

## ANEXO 02: Matriz de operacionalización

"Mucílago de linaza en el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas del adobe para viviendas rurales, Huancané – Puno 2022"					
Variables	Concepto de operacionalización	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>Variable independiente</b> Mucílago de linaza	Fibra soluble de naturaleza viscosa proveniente de semillas de lino	Sustancia obtenida al someter la linaza a un proceso de cocción.	Cantidad de Mucílago	Peso	Razón
<b>Variable dependiente</b> Permeabilidad, Resistencia a la compresión y fisuras	Permeabilidad capacidad de materiales de permitir que los fluidos pasen a través de él. (Rico y Del Castillo,2005)	La mezcla de adobe convencional con diferentes proporciones de goma de linaza para poder medir la permeabilidad, resistencia a la compresión y cantidad de fisuras existentes	Permeabilidad	* Absorción	Razón
	Resistencia a la compresión es la carga máxima que puede soportar un material sin deformarse. (Diccionario de arquitectura, 2022)		Esfuerzo	Compresión	Razón
	Fisura, aperturas superficiales en materiales (Azkárata et al, 2006)		Cantidad de fisuras	Observación	Razón



### ANEXO 03: Cuestionario de validez de instrumentos de investigación

#### Cuestionario de validez de instrumentos

Título de la investigación:	Mucilago de linaza en el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas del adobe para viviendas rurales, Huancane – Puno 2022
Apellidos y nombres del investigador:	Santander Mamani Emily Roxana
Apellidos y nombres del Experto:	Torres Quispe Dyocelinda
Especialidad:	Ingeniero Civil
Colegiatura:	265252
Fecha:	25/06/2022

Los indicadores deben ser llenados según su experiencia, siendo: 1: sin importancia, 2: poca importancia, 3: moderadamente importante, 4: importante y 5: muy importante

N°	Indicadores	1	2	3	4	5
1	¿Según su experiencia, que tan importante es realizar el ensayo de granulometría según la norma ASTM para evitar problemas a largo plazo?				X	
2	¿Según su experiencia, que tan importante es realizar la clasificación del suelo para elaborar las unidades de adobe?				X	
3	¿Según su experiencia, que tan importante realizar la prueba cinta de barro, para elaboración de unidades de adobe?			X		
4	¿Según su experiencia, que tan importante realizar la prueba presencia de arcilla para elaboración de unidades de adobe?				X	
5	¿Según su experiencia, que tan importante realizar la prueba contenido de humedad para elaboración de unidades de adobe?				X	
6	¿Según su experiencia, que tan importante es la dosificación controlada de aditivos naturales para la estabilización de unidades de adobe?			X		
7	¿Según su experiencia, que tan importante es la aplicación de la Norma E080 para el dimensionamiento de las unidades de adobe?			X		
8	¿Según su experiencia que tan importante es tamizar el material antes de adicionar agua a la mezcla para evitar daños futuros?				X	
9	¿Según su experiencia que tan importante es determinar la cantidad de arena presente en la mezcla para la elaboración de las unidades de adobe?			X		
10	¿Según su experiencia que tan importante es determinar la cantidad de arcilla presente en la mezcla para la elaboración de las unidades de adobe?		X			

Promedio de valoración

34

  
 Dyocelinda Torres Quispe  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 265252  
 Firma del experto

**Cuestionario de validez de instrumentos**


Título de la investigación:	Mucilago de linaza en el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas del adobe para viviendas rurales, Huancane – Puno 2022
Apellidos y nombres del investigador:	Santander Mamani Emily Roxana
Apellidos y nombres del Experto:	Moscairo Chura Mauro
Especialidad:	Ingeniero Civil
Colegiatura:	71176
Fecha:	23/06/2022

Los indicadores deben ser llenados según su experiencia, siendo: 1: sin importancia, 2: poca importancia, 3: moderadamente importante, 4: importante y 5: muy importante

N°	Indicadores	1	2	3	4	5
1	¿Según su experiencia, que tan importante es realizar el ensayo de granulometría según la norma ASTM para evitar problemas a largo plazo?				X	
2	¿Según su experiencia, que tan importante es realizar la clasificación del suelo para elaborar las unidades de adobe?			X		
3	¿Según su experiencia, que tan importante realizar la prueba cinta de barro, para elaboración de unidades de adobe?			X		
4	¿Según su experiencia, que tan importante realizar la prueba presencia de arcilla para elaboración de unidades de adobe?				X	
5	¿Según su experiencia, que tan importante realizar la prueba contenido de humedad para elaboración de unidades de adobe?					X
6	¿Según su experiencia, que tan importante es la dosificación controlada de aditivos naturales para la estabilización de unidades de adobe?					X
7	¿Según su experiencia, que tan importante es la aplicación de la Norma E080 para el dimensionamiento de las unidades de adobe?			X		
8	¿Según su experiencia que tan importante es tamizar el material antes de adicionar agua a la mezcla para evitar daños futuros?				X	
9	¿Según su experiencia que tan importante es determinar la cantidad de arena presente en la mezcla para la elaboración de las unidades de adobe?				X	
10	¿Según su experiencia que tan importante es determinar la cantidad de arcilla presente en la mezcla para la elaboración de las unidades de adobe?				X	

Promedio de valoración

3.9

  
 MAURO MOSCAIRO CHURA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 71176  
 Firma del experto

**Questionario de validez de instrumentos**


Titulo de la investigación:	Mucílago de linaza en el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas del adobe para viviendas rurales, Huancane – Puno 2022
Apellidos y nombres del investigador:	Santander Mamani Emily Roxana
Apellidos y nombres del Experto:	MAMANI ZELA TITO RUBEN
Especialidad:	INGENIERO CIVIL
Colegiatura:	263987
Fecha:	25/06/2022

Los indicadores deben ser llenados según su experiencia , siendo: 1: sin importancia, 2: poca importancia, 3: moderadamente importante, 4: importante y 5: muy importante

N°	Indicadores	1	2	3	4	5
1	¿Según su experiencia, que tan importante es realizar el ensayo de granulometría según la norma ASTM para evitar problemas a largo plazo?					X
2	¿Según su experiencia, que tan importante es realizar la clasificación del suelo para elaborar las unidades de adobe?				X	
3	¿Según su experiencia, que tan importante realizar la prueba cinta de barro, para elaboración de unidades de adobe?				X	
4	¿Según su experiencia, que tan importante realizar la prueba presencia de arcilla para elaboración de unidades de adobe?					X
5	¿Según su experiencia, que tan importante realizar la prueba contenido de humedad para elaboración de unidades de adobe?					X
6	¿Según su experiencia, que tan importante es la dosificación controlada de aditivos naturales para la estabilización de unidades de adobe?				X	
7	¿Según su experiencia, que tan importante es la aplicación de la Norma E080 para el dimensionamiento de las unidades de adobe?					X
8	¿Según su experiencia que tan importante es tamizar el material antes de adicionar agua a la mezcla para evitar daños futuros?					X
9	¿Según su experiencia que tan importante es determinar la cantidad de arena presente en la mezcla para la elaboración de las unidades de adobe?					X
10	¿Según su experiencia que tan importante es determinar la cantidad de arcilla presente en la mezcla para la elaboración de las unidades de adobe?				X	

Promedio de valoración

4.6



TITO RUBEN MAMANI ZELA  
Ingeniero Civil  
CIP N° 263987

Firma del experto



**ANEXO 04: Certificados de ensayos realizados**



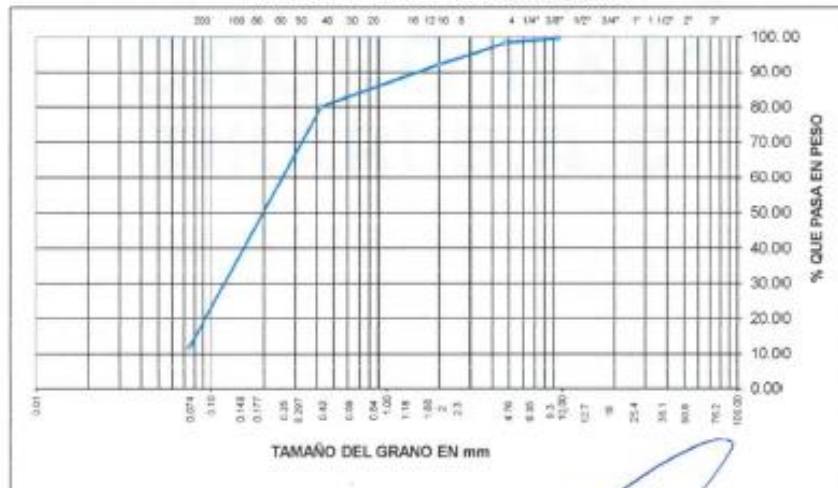
**GRUPO D&M TIKARI S.A.C.**  
**LABORATORIO DE INGENIERÍA**  
 Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto  
RUC: 20602136001

OBRA : "MUCILAGO DE LINAZA EN EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DEL ADOBE PARA VIVIENDAS RURALES, HUANCANE - PUNO 2022"  
 CANTERA : OOTAQUCHO  
 MUESTRA : CANTERA  
 UBICACIÓN : HUANCANE - PUNO  
 TESISITA: BACH. SANTANDER MAMANI, EMILY ROXANA  
 FECHA: 14 de mayo del 2022

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
 (ASTM D-422)**

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 500 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : 271.2 Grs
2"	50.000						Grava : 1.60 %
1 1/2"	37.500						Acrea : 86.44 %
1"	25.000						Fino : 11.96 %
3/4"	19.000						W natural : 2.23 %
1/2"	12.500		0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA
3/8"	9.500	2.00	0.40	0.40	99.60		L.L. : 23.26 %
No.04	4.750	6.00	1.20	1.60	98.40		I.P. : 18.88 %
No.10	2.000	17.00	6.17	7.77	92.23		I.P. : 4.98 %
No.20	0.840	24.00	8.71	16.48	83.52		Cu : 0
No.40	0.425	9.00	3.27	19.75	80.25		Cc : 0
No.100	0.150	60.00	21.77	41.52	58.48		CLASIFICACION
No.200	0.075	128.20	46.52	88.04	11.96		SUCS : SP-SC
<No.200		33.00	11.97	100.0			AASHTO : A-2-4(0)

**REPRESENTACION GRAFICA  
 TAMANO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



**GRUPO D&M TIKARI S.A.C.**  
 Gerente William Pan Quispe  
**INGENIERO CIVIL**  
 CIP. N° 81921

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

Grupo:  
**GEOCALI & CONS**  
Consultores y Contratas Generales

RUC.: 20605082310

## RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS DE ADOBE MOLDEADOS (ASTM C39/C39M-20)

**TESIS** : "MUCILAGO DE LINAZA EN EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL ADOBE PARA VIVIENDAS RURALES - HUANCANE - PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. SANTANDER MAMANI, EMILY ROXANA (ORCID: 0000-0002-8667-3873)  
**FECHA** : viernes, 17 de junio de 2022

N°	Código	Fecha Moldeo	Estructura	Fecha de Rotura	Edad Dias	Presenta defectos (SI-NO)	Diámetro cm	Caras KN	Carga Kg.	Área cm <sup>2</sup>	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>
0.0% MUCILAGO DE LINAZA											
7	M-7	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 0% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	11.99	1222.6	100.00	12.2
8	M-8	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 0% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	12.05	1226.7	100.00	12.3
9	M-9	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 0% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	11.56	1176.8	100.00	11.8
10	M-10	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 0% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	10.85	1106.4	100.00	11.1
11	M-11	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 0% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	11.71	1194.1	100.00	11.9
12	M-12	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 0% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	11.78	1202.2	100.00	12.0

### OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

- Muestras elaboradas por el solicitante
- Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

*[Firma]*  
Bach. Ing. Andres Luque Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320064

*[Firma]*  
Ing. Wilder Colquehuancá Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP-N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310


## RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS DE ADOBE MOLDEADOS (ASTM C39/C39M-20)



**TESIS** : "MUCILAGO DE LINAZA EN EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL ADOBE PARA VIVIENDAS RURALES, HUANCANE, - PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. SANTANDER MAMANI, EMILY ROXANA (ORCID: 0000.0000.8557.3873)  
**FECHA** : viernes, 17 de junio de 2022

N°	Código	Fecha Moldeo	Estructura	Fecha de Rotura	Edad Días	Presencia defectos (S/No)	Diámetro cm	Carga KN	Carga Kg.	Area cm <sup>2</sup>	Resistencia Ag/cm <sup>2</sup>
<b>3.00 % MUCILAGO DE LINAZA</b>											
13	M-13	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 3% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	12.25	1249.1	100.00	12.5
14	M-14	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 3% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	13.33	1399.3	100.00	13.6
16	M-15	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 3% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	11.60	1203.2	100.00	12.0
16	M-16	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 3% de mucilago de linaza	17-jun-22	26	NO	10.00	10.62	1076.6	100.00	10.8
17	M-17	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 3% de mucilago de linaza	17-jun-22	26	NO	10.00	13.20	1346.0	100.00	13.5
18	M-18	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 3% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	13.54	1385.8	100.00	13.9

### OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

- Muestras elaboradas por el solicitante
- Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

  
 Bach. Ing. Andros Lucio  
 TÉCNICO DE LABORATORIO DE  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320004

  
  
 Ing. Wilder Colquehuamani  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

Grupo: **GEOCALI & CONS**

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo:  
**GEOCALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

## RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS DE ADOBE MOLDEADOS (ASTM C39/C39M-20)

TESIS : "MUCILAGO DE LINAZA EN EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL ADOBE PARA VIVIENDAS RURALES, HUANCANE - PUNO 2022"  
SOLICITANTE : Bach. SANTANDER MAMANI, EMILY ROXANA (ORCID: 0000-0002-8557-3873)  
FECHA : viernes, 17 de junio de 2022

N°	Código	Fecha Moldeo	Estructura	Fecha de Rotura	Edad Días	Presencia defectos (SI-NO)	Diámetro cm	Carga KN	Carga kg	Area cm <sup>2</sup>	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>
9.9% MUCILAGO DE LINAZA											
19	M-19	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 9% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	16.84	1717.2	100.00	17.2
20	M-20	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 9% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	15.99	1630.5	100.00	16.3
21	M-21	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 9% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	16.61	1669.7	100.00	16.6
22	M-22	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 9% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	16.23	1655.0	100.00	16.5
23	M-23	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 9% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	17.52	1785.5	100.00	17.5
24	M-24	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 9% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	17.25	1762.0	100.00	17.3

### OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

- Muestras elaboradas por el solicitante
- Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

Grupo:  
**GEOCALI & CONS**  
Bach. Ing. Andres Luque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTE:  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI: 75320164



Ing. Waldir Colquechani Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171



# ANEXO 05: Certificados de calibración

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

### RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS DE ADOBE MOLDEADOS (ASTM C39/C39M-20)

**TESIS** : "MUCILAGO DE LINAZA EN EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL ADOBE PARA VIVIENDAS RURALES, HUANCAÑE - PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. SANTANDER MAMANI, EMILY ROXANA (ORCID: 0000-0002-8557-3873)  
**FECHA** : viernes, 17 de junio de 2022

N°	Cod/ige	Fecha Moldeo	Estructura	Fecha de Rotura	Estad. Dias	Presencia de defectos (Si-No)	Diámetro cm	Carga KN	Carga kg	Area cm <sup>2</sup>	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>
<b>17. MUCILAGO DE LINAZA</b>											
25	M-25	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 12% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	18.99	1936.4	100.00	19.4
26	M-26	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 12% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	19.25	1960.9	100.00	19.6
27	M-27	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 12% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	19.27	1965.0	100.00	19.6
28	M-28	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 12% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	17.89	1824.2	100.00	18.2
29	M-29	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 12% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	19.09	1946.6	100.00	19.5
30	M-30	20-may-22	Cubo de adobe 10cm X 10 cm 12% de mucilago de linaza	17-jun-22	28	NO	10.00	18.50	1886.4	100.00	18.9

#### OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

- Muestras elaboradas por el solicitante
- Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesario la corrección de esfuerzo

Grupo  
  
 Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNICO  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964



Ing. Wilder Celquechmanca Caro  
 Esp. Geotecnia y Mecanica de Suelos  
 CIP. N° 209171



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo:  
**GEOCALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE ABSORCION DE ADOBE

**TESIS** : "MUCILAGO DE LINAZA EN EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL ADOBE PARA VIVIENDAS RURALES, HUANCANE - PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. SANTANDER MAMANI, EMILY ROXANA (DRCID: 0000-0003-8467-3873)  
**UBICACIÓN** : HUANCANE - PUNO  
**MUESTRA** : ADOBE CON ADICION DE 0% DE MUCILAGO DE LINAZA  
**FECHA** : 17 DE JUNIO DEL 2022

ABSORCION	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A= Peso de adobe seco B= Peso de adobe saturado

adobe 1	
A=	3683
B=	4468

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
1	Adobe con 0% de mucilago de linaza 25 X 13 X 8	17/06/2022	2392.00	21.31

ABSORCION	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A= Peso de adobe seco B= Peso de adobe saturado

adobe 1	
A=	3701
B=	4478

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
2	Adobe con 0% de mucilago de linaza 25 X 13 X 8	17/06/2022	2392.00	20.99

ABSORCION	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A= Peso de adobe seco B= Peso de adobe saturado

adobe 1	
A=	3610
B=	4384

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
3	Adobe con 0% de mucilago de linaza 25 X 13 X 8	17/06/2022	2392.00	21.44

OBSERVACIONES :  
 \_ LOS ADOBES FUERON PUESTOS EN LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE

*Bach. Ing. Andres Luque Puma*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 76420204



*Ing. Wilder Colquechunga Coro*  
 Esp. Geotecnia y Mecanica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo: **GEOCALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE ABSORCION DE ADOBE

**TESIS** : "MUCLAGO DE LINAZA EN EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL ADOBE PARA VIVIENDAS RURALES, HUANCANE - PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. SANTANDER MAMAN, EMILY ROXANA (ORCID: 0000-0002-8557-3873)

**UBICACION** : HUANCANE - PUNO

**MUESTRA** : ADOBE CON ADICION DE 3% DE MUCLAGO DE LINAZA

**FECHA** : 17 DE JUNIO DEL 2022

ABSORCION	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A = Peso de adobe seco B = Peso de adobe saturado

adobe 1	
A =	3073
B =	3642

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
1	Adobe con 3% de muclago de linaza 25 X 13 X 8	17/06/2022	2392.00	18.52

ABSORCION	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A = Peso de adobe seco B = Peso de adobe saturado

adobe 1	
A =	2925
B =	3459

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
2	Adobe con 3% de muclago de linaza 25 X 13 X 8	17/06/2022	2392.00	18.26

ABSORCION	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A = Peso de adobe seco B = Peso de adobe saturado

adobe 1	
A =	3125
B =	3692

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
3	Adobe con 3% de muclago de linaza 25 X 13 X 8	17/06/2022	2392.00	18.14

**OBSERVACIONES:**  
LOS ADOBES FUERON PUESTOS EN LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE

Bach. Ing. *Andres Lique Puma*  
JEFE DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964



Ing. *Wilder Colquhuanca Curo*  
Psp. Geotecnia y Mecanica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE ABSORCION DE ADOBE

**TESIS** : "MUCILAGO DE LINAZA EN EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL ADOBE PARA VIVIENDAS RURALES, HUANCANE - PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. SANTANDER MAMAN, EMILY ROXANA (ORCID: 0000-0002-8957-3873)  
**UBICACION** : HUANCANE - PUNO  
**MUESTRA** : ADOBE CON ADICION DE 9% DE MUCILAGO DE LINAZA  
**FECHA** : 17 DE JUNIO DEL 2022

<b>ABSORCION</b>	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A= Peso de adobe seco B= Peso de adobe saturado

adobe 1	
A=	3038
B=	3465

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
1	Adobe con 9% de mucilago de linaza 25 X 13 X 8	17/06/2022	2392.00	14.19

<b>ABSORCION</b>	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A= Peso de adobe seco B= Peso de adobe saturado

adobe 1	
A=	3116
B=	3569

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
2	Adobe con 9% de mucilago de linaza 25 X 13 X 8	17/06/2022	2392.00	14.54

<b>ABSORCION</b>	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A= Peso de adobe seco B= Peso de adobe saturado

adobe 1	
A=	2925
B=	3334

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
3	Adobe con 9% de mucilago de linaza 25 X 13 X 8	17/06/2022	2392.00	13.98

**OBSERVACIONES :**  
 \_LOS ADOBES FUERON PUESTOS EN LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE

*Bach. Ing. Andres Luque Puma*  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320364

*Ing. Wilder Colquehuasi Curo*  
 Esp. Geotecnia y Mecanica de Suelos  
 CIP. N° 209171



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE ABSORCION DE ADOBE

TESIS

"MUCILAGO DE LINAZA EN EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL ADOBE PARA VIVIENDAS RURALES, HUANCANE - PUNO 2022"

SOLICITANTE

Bach. SANTANDER MAMANL EMILY ROXANA (ORCID: 0000-0002-8557-3873)

UBICACIÓN

HUANCANE - PUNO

MUESTRA

ADOBE CON ADICION DE 12% DE MUCILAGO DE LINAZA

FECHA

17 DE JUNIO DEL 2022

### ABSORCION

$$a = \frac{(B-A) \times 100}{A}$$

A= Peso de adobe seco  
B= Peso de adobe saturado

adobe 1  
A= 3289  
B= 3701

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
1	Adobe con 12% de mucilago de linaza 25 X 13 X 6	17/06/2022	2392.00	12.19

### ABSORCION

$$a = \frac{(B-A) \times 100}{A}$$

A= Peso de adobe seco  
B= Peso de adobe saturado

adobe 1  
A= 3362  
B= 3785

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
2	Adobe con 12% de mucilago de linaza 25 X 13 X 6	17/06/2022	2392.00	12.58

### ABSORCION

$$a = \frac{(B-A) \times 100}{A}$$

A= Peso de adobe seco  
B= Peso de adobe saturado

adobe 1  
A= 3140  
B= 3545

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	VOLUMEN CM3	% ABS.
3	Adobe con 12% de mucilago de linaza 25 X 13 X 6	17/06/2022	2392.00	12.90

OBSERVACIONES:

...LOS ADOBES FUERON PUESTOS EN LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE

*Andres Luque Puma*  
Bach. Ing. Andres Luque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320984

*Wilder Coto*  
Ing. Wilder Coto  
Eje. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
C.I.P. N° 209171



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CF-006-2022**

Pág. 1 de 3

<b>Expediente:</b>	S-0023-2022
<b>OBJETO DE PRUEBA:</b>	MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS
<b>Rangos</b>	101972.0                      kgf
<b>Dirección de carga</b>	<b>Ascendente</b>
<b>FABRICANTE</b>	PYS EQUIPOS
<b>Modelo</b>	STYE-2000
<b>Serie</b>	190216
<b>Transductor (Modelo // Serie)</b>	NO INDICA
<b>Capacidad</b>	2000 kN
<b>Ubicación</b>	JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO. 311 - JULIACA
<b>Codigo Identificacion</b>	NO INDICA
<b>Norma utilizada</b>	ASTM E4; ISO 7500-1
<b>Intervalo calibrado</b>	Escala (s)                      101 972 kgf De 10 000 a 100 000 kgf
<b>Temperatura de prueba °C</b>	Inicial                      28.5                      Final                      28.7
<b>Inspección general</b>	La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento
<b>Solicitante</b>	GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.
<b>Dirección</b>	JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 PUNO - SAN ROMAN JULIACA
<b>Ciudad</b>	
<b>PATRON(ES) UTILIZADO(S)</b>	<b>CELDA DE CARGA</b>
	Código                      MF-02 // C-0208
	Certif. de calibr.                      INF-LE 050-20A PUCP
<b>Unidades de medida</b>	Sistema Internacional de Unidades (SI)
<b>FECHA DE CALIBRACION</b>	2022/02/03
<b>FECHA DE EMISION</b>	2022/02/07
<b>FIRMAS AUTORIZADAS</b>	

*Luigi Asenjo G.*  
 Jefe de Metrología  
 Luigi Asenjo G.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CF-006-2022**

Pág. 2 de 3

Método de calibración : FUERZA INDICADA CONSTANTE

**DATOS DE CALIBRACIÓN**

ESCALA : 1000.0 kN Resolución: 0.10 kN Dirección de la carga: Ascendente  
 101.972 kgf 10 kgf Factor de conversión: 0.008 kN/kgf

Indicación de la máquina			Indicaciones del instrumento patrón				
(F <sub>i</sub> )			0°	120°	No aplica	240°	Accesorios
%	kN	kgf	kN	kN	kN	kN	kN
10	100.00	10.197	103.3	102.2	No aplica	102.0	No aplica
20	200.00	20.394	206.6	206.1	No aplica	205.9	No aplica
30	300.00	30.591	310.4	309.5	No aplica	309.4	No aplica
40	399.99	40.788	413.8	412.9	No aplica	412.8	No aplica
50	499.99	50.985	516.1	514.8	No aplica	515.0	No aplica
60	599.99	61.182	618.4	617.2	No aplica	617.5	No aplica
70	699.99	71.379	720.6	722.7	No aplica	719.9	No aplica
80	799.99	81.576	822.9	822.6	No aplica	822.2	No aplica
90	899.99	91.773	921.0	920.7	No aplica	920.4	No aplica
100	999.98	101.970	1019.2	1018.7	No aplica	1018.6	No aplica
Indicación después de carga			0.00	0.00	0.00	0.00	No aplica

ESCALA : 1000.00 kN Incertidumbre del patrón: 0.086 %

Indicación de la máquina			Cálculo de errores relativos				Resolución
(F <sub>i</sub> )			Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios	
%	kN	kgf	q (%)	b (%)	v (%)	Acces. (%)	a (%)
10	100.00	10.197	-2.43	1.31	No aplica	No aplica	0.10
20	200.00	20.394	-3.01	0.31	No aplica	No aplica	0.05
30	300.00	30.591	-3.15	0.32	No aplica	No aplica	0.03
40	399.99	40.788	-3.19	0.23	No aplica	No aplica	0.02
50	499.99	50.985	-2.97	0.26	No aplica	No aplica	0.02
60	599.99	61.182	-2.87	0.20	No aplica	No aplica	0.02
70	699.99	71.379	-2.92	0.39	No aplica	No aplica	0.01
80	799.99	81.576	-2.74	0.08	No aplica	No aplica	0.01
90	899.99	91.773	-2.25	0.07	No aplica	No aplica	0.01
100	999.98	101.970	-1.85	0.06	No aplica	No aplica	0.01

Error de cero fo (%)	0.000	0.000	0.000	No aplica	Err max (0) = 000
----------------------	-------	-------	-------	-----------	-------------------

**FIRMAS AUTORIZADAS**

*[Firma manuscrita]*  
 Jefe de Metrología  
 Luiggi Asenjo S.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343  
 961 739 849  
 955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com  
 ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-006-2022

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS  
 Errores relativos máximos absolutos hallados

ESCALA	101972.0	kgf		
Error de exactitud	-2.43	%	Error de cero	0
Error de repetibilidad	1.31	%	Error por accesorios	0 %
Error de Reversibilidad	No aplica		Resolución	0.05 En el 20 %

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica

ESCALA 101 972 kgf Ascendente

TRAZABILIDAD

AG4 INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L., asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados por la Pontificia Universidad Católica de Perú.

OBSERVACIONES .

- Los cartas de calibración sin las firmas no tienen validez .
- El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
- "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1)
- Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
- Los resultados contenido parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.

FIRMAS AUTORIZADAS

  
 Jefe de Metrología  
 Luigi Asenjo G.



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CT-143-2021**

Página 1 de 5

Solicitante : GRUPO D & M TIKARI S.A.C.  
 Dirección : JR. APURIMAC NRO. 1562 MANCO CAPAC - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
 Expediente : V-00646-2021  
 Equipo de Medición : HORNO ELECTRICO  
 Marca : AG4 INGENIERIA  
 Modelo : AS-H40  
 Procedencia : PERÚ  
 Código de Ident. : NO INDICA  
 Número de Serie : 147  
 T° de trabajo : 110 °C ± 5 °C  
 Ventilación : Natural  
 Lugar de Calibración : Lab. Temperatura de AG4 Ingeniería  
 Fecha de Calibración : 2021-09-23  
 Fecha de Emisión : 2021-09-23

Nombre	Marca	Modelo	Código de Identificación	Alcance de indicación	División mínima	Tipo de Indicación
Termometro controlador	NO INDICA	NSG	NO INDICA	200°C	1°C	Digital

**Método de Calibración Empleado**

La calibración se realizó tomando como referencia el Método de Comparación entre las indicaciones de lectura del termometro controlador del equipo a calibrar con Termometro patrón con 10 termopares utilizando el "Procedimiento de INDECOPI/SNM PC-005 1ª Ed. "Procedimiento para la Calibración de Hornos".

**Observaciones**

- (\*) Identificación grabada en una etiqueta adherida en el instrumento.
- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.

(\*) Código asignado por AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.



GRUPO D & M TIKARI S.A.C.

Gerardo William Puri Quispe  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 83921

Luigi Asenjo G  
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com





## PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

### INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 096 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud


Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	0773-2020	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	PARI QUISPE GERARDO WILLIAM	
<b>3. Dirección</b>	JR. NAZCA 293 URB. LA CAPILLA - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	
<b>4. Instrumento de medición</b>	<b>EQUIPO LÍMITE LÍQUIDO (CAZUELA CASAGRANDE)</b>	Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>Marca</b>	PERUTEST	
<b>Modelo</b>	PT-CC	
<b>Procedencia</b>	PERU	
<b>Número de Serie</b>	063	
<b>Código de Identificación</b>	NO INDICA	PERUTEST 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.
<b>Tipo de contador</b>	ANALÓGICO	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Ubicación</b>	NO INDICA	
<b>5. Fecha de Verificación</b>	2020-10-06	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2020-10-06

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello





# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 054 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	01011-2020
2. Solicitante	PARI QUISPE GERARDO WILLIAM
3. Dirección	JR. NAZCA 293 URB. LA CAPILLA - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	300 °C
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-H76
Número de Serie	0141
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

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

Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.

PERUTEST 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL



5. Fecha de Calibración 2020-10-17

Fecha de Emisión

2020-10-17

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 0188 - 2021

Página 1 de 4

1. Expediente	02363-2021	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	GRUPO D & M TIKARI SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	Jr. Apurimac Nro. 1562 Manco Capac - Juliaca - Puno	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.
Capacidad Máxima	30000 g	
División de escala (d)	1 g	CALIBRATEC 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.
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	WANT	
Modelo	WT30000XJ	
Número de Serie	210318130	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	CHINA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2021-08-31	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

GRUPO D & M TIKARI S.A.C.  
INGENIERO CIVIL  
C.R. N° 83921

Fecha de Emisión

2021-08-31

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA - LM - 0106 - 2022**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

1. Expediente	0882-2022
2. Solicitante	GRUPO ICMA E.I.R.L.
3. Dirección	AV. FERROCARRIL NRO. 1983 URB. LA CAPILLA PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	620 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.01 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	NV8222H
Número de Serie	8342167823
Capacidad mínima	0.2 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2022-03-18

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

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

CALIBRATEC 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.



Fecha de Emisión

2022-03-18

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
MANUEL ALEJANDRO ARIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

☎ Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
☎ comercial@calibratec.com.pe  
☎ CALIBRATEC SAC



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CL-229-2022**

**Expediente** : V-00348-2022  
**Solicitante** : GRUPO ICMA E.I.R.L.  
**Dirección** : AV. FERROCARRIL NRO. 1983 URB. LA CAPILLA PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Instrumento de Medición** : COPA CASA GRANDE  
**Marca** : AG4 INGENIERIA & METROLOGIA  
**Modelo** : AS-53  
**Serie** : 240  
**Identificación** : NO INDICA  
**Procedencia** : PERU  
**Lugar de Calibración** : Lab. Longitud de AG4 Ingeniería & Metrología S.R.L.  
**Fecha de Calibración** : 2022-03-09  
**Fecha de Emisión** : 2022-03-10

**Método de Calibración Empleado**

La calibración se realizó por comparación directa usando un tacómetro y un Cronometro Patrón certificados, empleando el método de comparación entre las indicaciones de lectura del equipo Casagrande a calibrar versus las revoluciones por minuto medidas con el tacómetro patrón en un tiempo determinado. Tomando Como referencia la Norma ASTM D 4318 y el Manual de Ensayos de Materiales (EM2000) Determinación de Limite Líquido de los Suelos MTC E 110 - 2000.

**Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- Base endurecida Cumple con su referencia a rebote Seco

Los errores encontrados son menores a los Errores Máximos Permitidos (e.m.p) para su Clase de Exactitud. Los resultados indicados en el presente documentos son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto. AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L. No se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes. El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

**Condiciones Ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura	21.2 °C	21.8 °C
Humedad Relativa	45 %	48 %

GRUPO D&M THKARI S.A.C.



Luigi Asencio G.  
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



**ANEXO 05: Panel fotográfico.**

<b>PANEL FOTOGRÁFICO</b>	
	
<p>En la imagen se puede observar la prueba presencia de arcilla, donde se elaboran esferas con la muestra</p>	<p>En la ilustración se aprecia el colocado de muestra de suelo en horno para determinar contenido de humedad</p>
	
<p>En la imagen se aprecia el retiro de adobes saturados durante 24 horas.</p>	<p>Se aprecia las esferas de barro secas para determinación de presencia de arcilla.</p>
	
<p>En la imagen se aprecia la abertura de grieta para el ensayo de copa de casa grande, que determina el límite líquido de la muestra.</p>	<p>Se aprecia las unidades de adobe inmersas en agua para el ensayo de absorción que determinó el porcentaje de agua que absorbe cada unidad de adobe.</p>