



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Adición de mucílago de penca de tuna como aditivo natural para  
estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco  
2022

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

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Bach. Quintasi Quispe, Jerónimo (<https://orcid.org/0000-0002-9673-058X>)

**ASESOR:**

Dr. Benites Zúñiga José Luis (<https://orcid.org/0000-0003-4459-494X>)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Este estudio está dedicado a Dios por concederme la oportunidad de tener salud y por permitirme realizar todos mis sueños con humildad en mi corazón, con caridad y respeto hacia los demás.

Dedico a mis maravillosos padres, José y Virginia que desde el cielo me bendicen cada día siendo mi fuente de ánimo para preservar ante los retos de la vida.

Dedico con mucho cariño a mi hermosa esposa Ana María, que me dio una mirada y me inspiró a perseguir mis sueños, y a mi pequeño hijo Frank Jeremi, que me da la fuerza para lograr mis metas y aspiraciones.

## **Agradecimiento**

Retribuyo por su enseñanza, exigencia y la paciencia del Dr. José Luis Benites Zúñiga.

La viabilidad de este proyecto de investigación ha sido posible gracias a los consejos y el apoyo incondicional del Ing. Christian Carrasco, así como a su agudo discernimiento y su enfoque único.

Agradezco a cada uno de mis docentes universitarios, a mis amigos y familiares por incentivar-me a seguir progresando.

## Índice de contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenido .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen .....	viii
Abstract .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	25
3.1. Tipo y diseño de investigación: .....	25
3.2. Variables y operacionalización:.....	26
3.3. Población, muestra y muestreo:.....	27
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	28
3.5. Procedimientos: .....	29
3.6. Método de análisis de datos:.....	36
3.7. Aspectos éticos: .....	36
IV. RESULTADOS .....	37
V. DISCUSIÓN.....	58
VI. CONCLUSIONES.....	62
VII. RECOMENDACIONES .....	63
REFERENCIAS.....	64
ANEXOS .....	

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Principales compuestos del mucílago de tuna .....	13
Tabla 2. Dimensiones de adobe para uso modular .....	17
Tabla 3. Dimensiones de adobe para uso en tabiquerías .....	17
Tabla 4. Cantidad mínima de espécimen de material húmedo.....	19
Tabla 5. Cantidad de material por unidad de adobe según %.....	30
Tabla 6. Cantidad de material para 120 unidades de adobes según % .....	30
Tabla 7. Resultado de ensayos preliminares.....	30
Tabla 8. Prueba de la resistencia del suelo.....	31
Tabla 9. Clasificación del suelo .....	32
Tabla 10. Densidad y viscosidad del MPT .....	34
Tabla 11. Resultados ensayo de resistencia a la compresión ( $f'b$ ).....	39
Tabla 12. Resultado ensayo de resistencia a la flexión ( $M_r$ ) .....	40
Tabla 13. Resultado ensayo de resistencia a la absorción (%ABS).....	41
Tabla 14. Resultado ensayo de resistencia a la inmersión en 1 y 24 horas.....	42
Tabla 15. ANOVA ensayo de resistencia a compresión ( $f'b$ ).....	43
Tabla 16. Subconjuntos homogéneos - Tukey .....	45
Tabla 17. Comparaciones múltiples - Tukey .....	44
Tabla 18. ANOVA ensayo de resistencia a flexión ( $M_r$ ) .....	45
Tabla 19. Subconjuntos homogéneos - Tukey .....	47
Tabla 20. Comparaciones múltiples - Tukey .....	46
Tabla 21. ANOVA ensayo de resistencia a absorción.....	48
Tabla 22. Subconjuntos homogéneos - Tukey .....	49
Tabla 23. Comparaciones múltiples - Tukey .....	48
Tabla 24. ANOVA ensayo de resistencia a inmersión.....	50
Tabla 25. Comparaciones múltiples – Tukey – E1 - 1hr y 24 hr .....	51
Tabla 26. Comparaciones múltiples – Tukey – E2 - 1hr y 24 hr .....	52
Tabla 27. Comparaciones múltiples – Tukey – E3 - 1hr y 24 hr .....	53
Tabla 28. Subconjuntos homogéneos – Tukey – E1 – 1hr y 24hr.....	55
Tabla 29. Subconjuntos homogéneos – Tukey – E2 – 1hr y 24hr.....	56
Tabla 30. Subconjuntos homogéneos – Tukey – E3 – 1hr y 24hr.....	57

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Arquitectura de planta adulta de tuna.....	13
Figura 2. Desarrollo del cultivo de la penca de tuna.....	14
Figura 3. Esquema de la planta de tuna.....	15
Figura 4. Dimensiones del adobe entero y medio .....	17
Figura 5. Ecuación de porcentaje que pasa por cada tamiz.....	19
Figura 6. Ecuación de contenido de humedad de la muestra .....	20
Figura 7. Ecuación del límite líquido.....	20
Figura 8. Ecuación del límite plástico .....	21
Figura 9. Ecuación de la resistencia a la compresión del adobe.....	21
Figura 10. Ensayo de resistencia a la compresión del adobe .....	22
Figura 11. Ecuación de la resistencia a la flexión del adobe.....	22
Figura 12. Ensayo de resistencia a la flexión del adobe .....	23
Figura 13. Ecuación de resistencia a la absorción del adobe .....	23
Figura 14. Ensayo de resistencia a la absorción del adobe .....	23
Figura 15. Ensayo de resistencia a la inmersión del adobe .....	24
Figura 16. Prueba de cinta de barro.....	31
Figura 17. Abaco de Casagrande.....	32
Figura 18. Tipo y zarandeo del suelo .....	33
Figura 19. Acopio y limpieza de la penca de tuna.....	33
Figura 20. Trituración y remojo de la penca de tuna .....	33
Figura 21. Proceso y contenido de viscosidad de penca de tuna.....	34
Figura 22. Molde de madera para adobe, corte y peso de la paja .....	35
Figura 23. Incorporación de paja y mezcla para elaboración de adobe .....	35
Figura 24. Mezcla de adobe sin adición y con 30% de mucílago de tuna .....	35
Figura 25. Mezcla con adición del 60% y 90% de mucílago de tuna.....	36
Figura 26. Proceso de elaboración y secado del adobe.....	36
Figura 27. Mapa político de Perú y departamento del Cusco.....	37
Figura 28. Mapa del distrito de San Jerónimo .....	37
Figura 29. Gráfico esfuerzo máximo a la compresión .....	39
Figura 30. Gráfico esfuerzo máximo a la flexión .....	40
Figura 31. Gráfico de ensayo de resistencia a la absorción .....	41

Figura 32. Gráfico de ensayo de resistencia a la inmersión.....	42
Figura 33. Gráfico promedio máximo esfuerzo a la compresión ( $f'b$ ) .....	58
Figura 34. Gráfico promedio máximo esfuerzo a la flexión ( $M_r$ ) .....	59
Figura 35. Gráfico promedio de resistencia a la absorción .....	60
Figura 36. Gráfico promedio de pérdida de masa del adobe .....	61

## Resumen

El objetivo principal de este estudio fue demostrar la influencia de la adición del mucílago de penca de tuna(MPT) para estabilizar unidades de adobe convencional, se utilizó la metodología de tipo aplicada, enfoque científico cuantitativo, diseño experimental puro y de nivel explicativo, la población estuvo conformada por 120 adobes, la muestra 96 unidades, el muestro fue no probabilístico, se utilizó la técnica de observación directa y la ficha de recolección de datos.

Los resultados con adición de MPT del (+30%) obtuvieron mayor resistencia a la compresión(26.91kg/cm<sup>2</sup>) y flexión(32.98 kg/cm<sup>2</sup>), luego, con adición de MPT del (+60%)(30.85%) se logró la mayor resistencia a la absorción y finalmente, en periodos de tiempo de 1 y 24 horas se efectuó el ensayo a inmersión mediante valoración de tres especialistas el cual alcanzó una pérdida promedio de masa de (0,217%) con adición de MPT del (+90%)(leve) y con adiciones de MPT del (+30%)(0,479%) y (+60%)(0,394) ambos de daño (moderado bajo), sin embargo la muestra patrón(MP) se desintegro en 93% de su fase natural. Concluyéndose que los porcentajes manipulados con MPT incrementan significativamente la resistencia a la compresión, flexión, absorción e inmersión influyendo considerablemente el MPT en la estabilización de las unidades de adobe convencional.

**Palabras Claves:** Adobe, suelo, estabilización, penca de tuna, resistencia.



## Abstract

The main objective of this study was to demonstrate the influence of the addition of tuna penca mucilage (MPT) to stabilize conventional adobe units, the applied type methodology, quantitative scientific approach, pure experimental design and explanatory level were used, the population was made up of 120 adobes, the sample 96 units, the sample was non-probabilistic, the direct observation technique and the data collection sheet were used.

The results with the addition of MPT of (+30%) obtained greater resistance to compression (26.91 kg/cm<sup>2</sup>) and flexion (32.98 kg/cm<sup>2</sup>), then, with the addition of MPT of (+60%)(30.85%) the greatest resistance to absorption was achieved and finally, in periods of time of 1 and 24 hours the immersion test was carried out by assessment of three specialists which reached an average mass loss of (0.217%) with the addition of MPT of (+ 90%) (mild) and with MPT additions of (+30%)(0.479%) and (+60%)(0.394) both of damage (moderate low), however the pattern sample (MP) disintegrated in 93% of its natural phase. It is concluded that the percentages manipulated with MPT significantly increase the resistance to compression, bending, absorption and immersion, considerably influencing the MPT in the stabilization of conventional adobe units.

**Keywords:** Adobe, soil, stabilization, prickly pear, resistance.

## I. INTRODUCCIÓN

Realidad problemática a nivel internacional, según la UNESCO (1993), he states that the city of Shibam in Yemen, recognized as a UNESCO World Heritage Site in 1982, consists of more than 500 adobe buildings and is located between two mountains on the edge of a major flood wadi, is vulnerable to socio-economic changes and annual flood hazard. The conservation of the buildings requires continuous maintenance of new layers of mud, so a management plan was prepared for the city that would have a clear strategy for the revitalization and long-term sustainable preservation of the property. La ciudad de Shibam, en Yemen, reconocida como Patrimonio Mundial de la UNESCO en 1982, consta de más de 500 edificios de adobe y está situada entre dos montañas al borde de un importante wadi de inundación, por lo que es vulnerable a los cambios socioeconómicos y al peligro de inundaciones anuales. La conservación de los edificios requiere el mantenimiento continuo de nuevas capas de barro, por lo que se preparó un plan de gestión para la ciudad que tuviera una estrategia clara para la revitalización y la conservación sostenible a largo plazo del bien (párr. 2-6).

Realidad problemática a nivel nacional, de acuerdo con Aquino (2019), sostiene que el Valle del Chao, una pequeña ciudad de la Libertad en Trujillo, la Dra. Cecilia Mauricio, exploradora de NatGeo quien dirigió un equipo de arqueólogos que desenterró las ruinas con las que se construyeron los primeros adobes de los Andes. Descubrió que el ladrillo que tenía en sus manos era distinto a los demás, su composición despertó su curiosidad ya que se desintegraba y emitía una gran cantidad de polvo al contacto. Llegó a concluir que los ocupantes de la zona descubrieron un depósito natural de arcilla recogido por el fenómeno de El Niño, el adobe se extrajo del lugar y se utilizó para construir sin ninguna preparación previa (párr. 1-3).

Realidad problemática a nivel local, según Carazas (2001), la ville de Cusco diffère des autres villes péruviennes ; l'importance de l'adobe comme matériau de construction détermine la forme et le système de construction des bâtiments. La ciudad de Cusco se diferencia de otras ciudades peruanas; la importancia del adobe como material de construcción determina la forma y el sistema constructivo

de los edificios (p. 12). En la ciudad imperial del Cusco el adobe se encuentra en edificaciones ubicadas en el núcleo de la ciudad y en sus periferias, los cuales presentan diversos grados de deterioro debido a la falta de mantenimiento y factor climatológico, sobre todo, a la falta de innovación en su fabricación.

Contexto que permitió plantear el problema general: ¿De qué manera la adición de mucílago de penca de tuna influye para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022? Además, permitió precisar los problemas específicos; el primero: ¿De qué manera la adición del mucílago de penca de tuna influye en la resistencia a la compresión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022?, el segundo: ¿De qué manera la adición del mucílago de penca de tuna influye en la resistencia a la flexión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022?, el tercero: ¿De qué manera la adición del mucílago de penca de tuna influye en la resistencia a la absorción para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022? y el cuarto: ¿De qué manera la adición del mucílago de penca de tuna influye en la resistencia a la inmersión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022?.

Justificación técnica, según De la Fuente (1995), en la actualidad los avances técnicos han allanado el camino para la producción de nuevos materiales y la mejora de los actuales para satisfacer las continuas demandas de la industria de la construcción (p. 9). Al mismo tiempo, varios proyectos de investigación se centran en la estabilización de las unidades de adobe; la norma E-080 "Diseño y Construcción con Tierra Reforzada" es el resultado de un estudio considerable que condujo a la formulación de requisitos mínimos para este tipo de edificaciones.

Justificación ambiental, debido a que es un recurso renovable el uso del suelo y el mucílago de penca de tuna (en adelante MPT) ambos son una fuente viable e inagotable como materiales de construcción, siendo sencillo de conseguir, emplear y rentable en comparación con otros materiales. Además, agiliza la construcción y maximiza el uso del suelo natural regulando la contaminación causada por la acumulación de vertederos en las obras, siendo un argumento beneficioso para el medio ambiente.

Justificación social, este argumento se ve reforzado por las viviendas construidas de adobe estabilizado con la adición natural del MPT, que es fácilmente accesible para los lugareños con el fin de mejorar el medio ambiente y las circunstancias mínimas de vida. En consecuencia, tiene una buena influencia social en el desarrollo y solución alternativa al tema de la desintegración del adobe causada por las persistentes lluvias en el departamento de Cusco.

Justificación económica, el avance de la ciencia y la tecnología ha provocado que la construcción de estructuras de hormigón armado tenga un alto costo de ejecución y la misma está fuera del alcance de las familias. Con esta justificación se atiende la demanda habitacional existente de los pobladores con ingresos medios y bajos, ya que la construcción de sus viviendas con adobes estabilizados con mucílago de tuna es asequible.

Por lo expuesto líneas arriba, se enuncia el objetivo general: Demostrar la influencia de la adición del mucílago de penca de tuna para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022. Como objetivos específicos se tiene; la primera: Calcular la influencia de la adición del mucílago de penca de tuna en la resistencia a la compresión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022, la segunda: Analizar la influencia de la adición del mucílago de penca de tuna en la resistencia a la flexión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022, la tercera: Estimar la influencia de la adición del mucílago de penca de tuna en la resistencia a la absorción para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022 y la cuarta: Contrastar la influencia de la adición del mucílago de penca de tuna en la resistencia a la inmersión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022.

Planteado los problemas y fijado los objetivos se formuló la hipótesis general: La adición de mucílago de penca de tuna influye para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022. Como hipótesis específicas se tiene; la primera: La adición de mucílago de penca de tuna influye en la resistencia a la compresión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022, la segunda: La adición de mucílago de penca de tuna influye en la

resistencia a la flexión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022. La tercera: La adición de mucílago de penca de tuna influye en la resistencia a la absorción para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022 y la cuarta: La adición de mucílago de penca de tuna influye en la resistencia a la inmersión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales, Nieto y Tello (2019), construir una unidad de mampostería de adobe estabilizada con mucílago de nopal para aumentar la durabilidad de las viviendas de bajos ingresos. Se trataba de un estudio experimental y aplicado. La población estaba formada por residentes de la sierra peruana. Se utilizó el enfoque de observación con un diseño estructurado-participativo para recoger la muestra del distrito y la provincia de Huarochirí en la región de Lima. Los resultados de la unidad de adobe estabilizada son superiores a los de la unidad de adobe convencional. Las dos dosis óptimas resultaron ser del 18,0% y del 20,5%, con lo que se obtuvieron 23,3 kg/cm<sup>2</sup> y 25,2 kg/cm<sup>2</sup> en compresión, 17,62 kg/cm<sup>2</sup> en flexión, 10,99% y 11,43% en absorción, y daños moderados o leves en inmersión. En las pruebas mecánicas y físicas, la resistencia a la compresión, a la flexión, a la absorción y a la inmersión aumentó con las dosis propuestas con el MPT, resultando en una mayor impermeabilidad que con los materiales convencionales.

Baldoceda (2019), tuvo como objetivo evaluar el uso de savia de nopal como tratamiento de impermeabilización en construcciones de adobe en la zona de Cecilio Limaymanta en Tarma. La población estuvo conformada por 50 unidades de adobe (30 cm x 15 cm x 10 cm), la muestra consistió en 50 unidades de adobe agrupadas cada 10 bloques y se empleó un muestreo no probabilístico. Tanto el laboratorio de pruebas como la guía de información de campo sirvieron como instrumento. Los resultados que se obtuvieron para la absorción y la erosión acelerada del adobe estabilizado con la adición de tuna en porcentajes del 7% y del 9% tuvieron una menor capacidad de absorción en comparación con el adobe convencional, que se disolvió por completo. Se obtuvieron mejores valores de absorción del 1,37% al 3,98% con porcentajes de adición de savia del 3% y del 5%, lo que le permitió concluir que el adobe estabilizado tiene una resistencia superior a la absorción en comparación con el adobe típico.

Luego, los antecedentes internacionales Pinzón y Benítez (2018), tuvieron como objetivo mejorar las circunstancias del pañete para combatir la humedad en las edificaciones de adobe de la Candelaria utilizando la tuna. La metodología fue

hipotética, cuantitativa y cualitativa, y experimental, con una población que incluía todas las estructuras de adobe de la Candelaria, la muestra y el muestreo, y la fachada del inmueble analizada por un analista. Los resultados obtenidos de absorción de humedad con el agregado de tuna sin curar en proporción de 240 ml (34%), con 160 ml (36%) y con 80 ml (35%), con nopal de 3 días de curado para 240 ml (35%) para 160 ml (36%) y para 80 ml (37%), finalmente con nopal de 8 días de curado de 240 ml (37%) a comparación de 160 ml y 80 ml. Concluyeron que el grado de absorción que logró el nopal sin curar en las pruebas de goteo fue superior al logrado por cualquiera de las otras proporciones en sus días de curado, ya que el nopal sin curar logró una absorción que osciló entre 33% y 34%. Debido a que Bogotá tiene una gran variedad de temperaturas, las fachadas de las viviendas de la Candelaria pueden mejorarse utilizando el nopal para impermeabilizar proyectos de adobe.

Romero (2020), tuvo como objetivo usar cemento y savia de tuna como alternativas de revestimiento en unidades de adobe para el mejoramiento de sus propiedades hidrófugas. Fue un estudio de tipo aplicada, de enfoque cuantitativo y experimental, la población abarcó bloques de adobe tradicionales, la muestra tres recubrimientos de savia de penca de tuna y tres de cemento, el muestreo 70 bloques de adobe; el instrumento la guía de observación de campo y laboratorio de ensayos. Los resultados alcanzados de humedad óptima 23%, resistencia a la compresión 1.502 MPa, el ensayo de succión máxima 39.17, 29.53, 23.5, 43.96 y 48.05 gr/min/200 cm, en absorción con adición de savia de tuna 32.95%, 27.77%, 24.14%, 34%, en absorción con adición de cemento 30.53% y 36.04%, las pruebas de inundación por 5 y 6 días respectivamente con adición de savia de tuna y cemento no pierden el recubrimiento manteniéndose las unidades en pie, concluyendo que la mejor manera de mejorar la repelencia al agua del adobe es utilizar paredes construidas con savia de penca de tuna que se han dejado reposar durante 18 días. Además, los revestimientos de cemento mejoran la capacidad de repeler el agua.

Seguidamente, se tienen los artículos científicos internacionales; Ávila, Guerrero y Tepale (2020), tuvieron como objetivo la verificación empírica de

técnicas históricas y tradicionales para la realización de mezclas de tierra estabilizada que se habrá de emplear como protección superficial. La metodología se basó en los datos de caracterización de los materiales que ya estaban disponibles; la población se basó en las actividades de investigación que se llevaron a cabo en el laboratorio de materiales tradicional; los instrumentos fueron los ensayos de absorción y expulsión de humedad para las muestras 1 a 5 con componentes de tierra y agua<sup>1</sup>, tierra, arena y agua<sup>2</sup>, tierra, arena, agua y mucílago<sup>3</sup>, tierra, arena, agua y cal 10%<sup>4</sup>, y tierra, arena, agua, mucílago y cal 10%<sup>5</sup>. Como resultado, la proporción óptima es la 5, ya que presenta una contracción del 0%, absorbe y expulsa el agua de forma más consistente. Concluyeron que el uso del MPT en compañía del hidróxido de calcio mejora las cualidades de los revoques que se aplican al exterior por su buena adherencia en superficie de tierra y un excelente comportamiento.

Silva, Vásquez y Uría (2020), tuvieron como objetivo determinar la presencia o ausencia de un aglutinante orgánico, en este caso mucílago de cactus (*Opuntia ficus*), en las estructuras patrimoniales existentes en el centro histórico de Quito, Ecuador. La metodología fue científica y experimental, la población fue el convento de San Diego, las muestras fueron nueve de morteros tomadas del edificio, y los instrumentos fueron el análisis espectral y organoléptico. Los resultados en resumen indican que las muestras de mortero analizadas contenían material orgánico comparable a la de nopal. El mucílago y las muestras tenían ciertas bandas en común, entre ellas las siguientes 1593.88 cm<sup>-1</sup> (N-H) amino, 1516.74 cm<sup>-1</sup> (C-O) alcohol, 1396.21 cm<sup>-1</sup> (C-O) éster, 1240.97 cm<sup>-1</sup> (HO-CO) ácido carboxílico, 1035.59 cm<sup>-1</sup> (C-O) alcohol, 771 cm<sup>-1</sup> (C-C) carbonos ramificados, 685.57 cm<sup>-1</sup>, y 621 cm<sup>-1</sup> (C-C). La conclusión fue que las muestras corresponden a los siguientes lugares: el arco del mortero de restauración del cementerio de 2007, el mortero del muro del cementerio, la mezcla de mampostería del recinto, el mortero del patio de la cruz, el mortero del corredor este, el mortero de bahareque del patio de la pila del segundo piso (este) y el mortero de bahareque del patio de la pila del segundo piso.



Díaz, Menchaca, Rocabruno y Uruchurtu (2019), were aimed at investigating the electrochemical characteristics of concrete reinforcing steel containing nopal mucilage. The methodology was experimental and scientific; the population and sample were studied for 270 days using various electrochemical techniques; and the instruments were stored at room temperature in the laboratory. At 28 days, the compressive strength of samples containing MPT decreases. The onset of corrosion was delayed and the corrosion rate decreased in the MPT-containing samples. They concluded that samples with 1-3 percent MPT had the highest compressive strength values. This is due to the fact that nopal mucilage acts as a setting retardant in concrete, which is a natural component. Tuvieron como objetivo investigar las características electroquímicas del acero de refuerzo del concreto que contiene mucílago de nopal. La metodología fue experimental y científica; la población y la muestra se estudiaron durante 270 días utilizando diversas técnicas electroquímicas; y los instrumentos se almacenaron a temperatura ambiente en el laboratorio. A los 28 días, la resistencia a la compresión de las muestras que contienen MPT disminuye. El inicio de la corrosión se retrasó y la velocidad de corrosión disminuyó en las muestras que contenían MPT. Llegaron a la conclusión de que las muestras con 1-3% de MPT tenían los valores más altos de resistencia a la compresión. Esto se debe a que el mucílago de nopal actúa como retardador del fraguado en el hormigón, que es un componente natural.

Finalmente, se tienen los artículos científicos en otros idiomas; Pérez, Guerrero, Gonzáles y Prado (2017), The objective was to select a process of extraction of cactus mucilage to be used as a lime hydration agent to generate slaked lime with better rheological and mechanical qualities. The methodology was experimental, the population and sample were the prickly pear cactus stalks, the instruments were hand tools and data collection cards. The main results began with mucilage solutions in three concentrations in water, 100%, 60% and 20%. The mucilage obtained by method No. 6, which used cladodes, contained the most galacturonic acid. The initial pH was 4.75 and there was a small 0.05 increase in pH every 0.25 mL of sodium hydroxide added, but a more significant 0.20 increase in pH when 16 mL of sodium hydroxide was added. Method No. 8 contained less galacturonic acid than No. 6 from an initial pH of 4.85 and 0.05 in pH per 0.25 mL

of sodium hydroxide added and a more significant 0.20 increase at 14.25 mL of sodium hydroxide present in the mucilage. They concluded that the viscosity of the mucilage obtained by extraction methods that do not employ water in the process is so high that the reaction is very slow when used as a quicklime hydration agent. El objetivo fue seleccionar un proceso de extracción del mucílago del nopal para utilizarlo como agente de hidratación de la cal para generar cal apagada con mejores cualidades reológicas y mecánicas. La metodología fue experimental, la población y la muestra fueron las pencas de nopal, los instrumentos fueron herramientas manuales y tarjetas de recolección de datos. Los principales resultados se iniciaron con soluciones de mucílago en tres concentraciones en agua, 100%, 60% y 20%. El mucílago obtenido por el método N.º 6, en el que se utilizaron cladodios, fue el que más ácido galacturónico contenía. El pH inicial fue de 4,75 y hubo un pequeño aumento de 0,05 en el pH cada 0,25 mL de hidróxido de sodio añadido, pero un aumento más significativo de 0,20 en el pH cuando se añadieron 16 mL de hidróxido de sodio. El método N.º 8 contenía menos ácido galacturónico que el N.º 6 a partir de un pH inicial de 4,85 y 0,05 en el pH por cada 0,25 mL de hidróxido de sodio añadido y un aumento más significativo de 0,20 a los 14,25 mL de hidróxido de sodio presente en el mucílago. Concluyeron que la viscosidad del mucílago obtenido por métodos de extracción que no emplean agua en el proceso es tan alta que la reacción es muy lenta cuando se utiliza como agente de hidratación de la cal viva.

Queiroga y Braz (2021), O objetivo era obter uma película protetora contra a chuva, mas permeável ao vapor de água. A metodologia foi experimental e de abordagem científica, a amostra foi uma amostra de controle sem tratamento superficial (TC); os instrumentos foram os testes realizados com tubos de ensaio cúbicos, os resultados da absorção de água por capilaridade mostraram que a amostra TX com concentração 1:1 obteve um comportamento semelhante ao da amostra TR, já que, após 60 minutos de testes, TR, TX1:1 e TC tiveram um aumento de massa de 0,3 g/cm<sup>2</sup>, 0,5 g/cm<sup>2</sup> e 1,4 g/cm<sup>2</sup>, respectivamente. A permeabilidade ao vapor de água do TX1:1 foi 5% maior que a do TR e 6% menor que a do TC. Após testes de calor e choque térmico com paredes pequenas. Eles concluíram que o uso da mucilagem de cactos para tratamento de superfície da

alvenaria CEB melhora sua durabilidade e proteção contra a ação da água. O experimento consiste em quatro parâmetros: caracterização físico-química da mucilagem, permeabilidade ao vapor de água, absorção capilar de água e envelhecimento acelerado dos CEBs com diferentes tratamentos de superfície. El objetivo era obtener una película protectora contra la lluvia, pero permeable al vapor de agua. La metodología fue experimental y de enfoque científico, la muestra fue una muestra de control sin tratamiento superficial (TC); los instrumentos fueron las pruebas realizadas con probetas cúbicas, los resultados de absorción de agua por capilaridad mostraron que la muestra TX con concentración 1:1 obtuvo un comportamiento similar a la muestra TR, ya que después de 60 minutos de prueba, TR, TX1:1 y TC tuvieron un aumento de masa de 0,3 g/cm<sup>2</sup>, 0,5 g/cm<sup>2</sup> y 1,4 g/cm<sup>2</sup>, respectivamente. La permeabilidad al vapor de agua del TX1:1 fue un 5% superior a la del TR y un 6% inferior a la del TC. Después de las pruebas de calor y choque térmico con paredes pequeñas. Concluyeron que el uso del mucílago de cactus para el tratamiento superficial de la mampostería CEB mejora su durabilidad y protección contra la acción del agua. El experimento consta de cuatro parámetros: caracterización fisicoquímica del mucílago, permeabilidad al vapor de agua, absorción de agua capilar y envejecimiento acelerado de los CEB con diferentes tratamientos superficiales.

Guillen, García, Ortiz, Escudero, Rojas (2019), The objective was the elaboration of Echerhirhu-Block that meet quality standards, as a possible replacement for traditional bricks. The methodology was experimental, of scientific approach, the samples were evaluated for their physical properties; the instruments were the data collection and laboratory cards. The result of the compressive strength value shown by the organic bricks is (76 kg/cm<sup>2</sup>) which exceeds the requirement of conventional non-structural bricks (60 kg/cm<sup>2</sup>) and conventional structural bricks (70 kg/cm<sup>2</sup>) approaching the values obtained with concrete bricks. In addition, the moisture absorption was reduced up to 30%, the organic brick 25% lighter. They concluded that compared to conventional materials, the Echerhirhu block offers better mechanical properties, only slightly below concrete bricks, without generating CO<sub>2</sub>, due to its environmentally friendly manufacturing process. El objetivo fue la elaboración de Echerhirhu-Block que cumpla con los estándares

de calidad, como posible reemplazo de los ladrillos tradicionales. La metodología fue experimental, de enfoque científico, las muestras fueron evaluadas por sus propiedades físicas; los instrumentos fueron la toma de datos y las fichas de laboratorio. El resultado del valor de resistencia a la compresión mostrado por los ladrillos orgánicos es (76 kg/cm<sup>2</sup>) que supera el requerimiento de los ladrillos convencionales no estructurales (60 kg/cm<sup>2</sup>) y los ladrillos estructurales convencionales (70 kg/cm<sup>2</sup>) acercándose a los valores obtenidos con los ladrillos de hormigón. Además, la absorción de humedad se redujo hasta un 30%, siendo el ladrillo orgánico un 25% más ligero. Concluyeron que, en comparación con los materiales convencionales, el bloque Echerhirhu ofrece mejores propiedades mecánicas, sólo ligeramente por debajo de los ladrillos de hormigón, sin generar CO<sub>2</sub>, debido a su proceso de fabricación respetuoso con el medio ambiente.

En cuanto a los fundamentos teóricos, se explican cada uno de los enfoques operacional y conceptual correspondientes a la influencia de la estabilización convencional de unidades de adobe con la adición del MPT.

Según Cárdenas, Higuera-Ciapara y Goycoolea (1997), Prickly pear cactus mucilage is a cactus of the Cactaceae family, well adapted to dry, arid and hot lands, where the plants have a marked ability to withstand prolonged drought. The ability of cacti to retain water under unfavorable climatic conditions is due, in part, to the water-holding capacity of the mucilage. El mucílago del higo chumbo es una cactácea de la familia de las Cactácea, bien adaptada a las tierras secas, áridas y calurosas, donde las plantas tienen una marcada capacidad para soportar sequías prolongadas. La capacidad de los cactus para retener agua en condiciones climáticas desfavorables se debe, en parte, a la capacidad de retención de agua del mucílago (p. 153). De acuerdo con Sáenz, Sepúlveda y Matsuhira (2004), mucilage, a complex carbohydrate with a high-water absorption capacity, should be considered as a potential source of industrial hydrocolloid. El mucílago, un hidrato de carbono complejo con gran capacidad de absorción de agua, debería considerarse como una fuente potencial de hidrocoloide industrial (p. 275). Sin embargo; Castañeda-Arriaga, Pérez-González Marino, Russo y Galano (2021), Prickly pear cactus (*Opuntia Ficus-Indica*) belonging to the Cactaceae family has

multiple nutritional benefits attributed to a wide variety of phenolic compounds and flavonoids. Coumaric acid (COA), ferulic acid (FLA), protocatechuic acid (PRA) and gallic acid (GAA) are the phenolic acids (PhA) present in prickly pear cactus. El nopal (*Opuntia ficus indica*), perteneciente a la familia de las cactáceas, tiene múltiples beneficios nutricionales atribuidos a una gran variedad de compuestos fenólicos y flavonoides. El ácido cumárico (COA), el ácido ferúlico (FLA), el ácido protocatecuico (PRA) y el ácido gálico (GAA) son los ácidos fenólicos (PhA) presentes en el nopal (p. 1).

En los sistemas agropastorales de los Andes peruanos la tuna (*Opuntia ficus*) es una planta muy significativa, tal y como afirma la Gerencia Regional Agraria de la Libertad (2009). Este cactus se puede encontrar en todo el país, pero es particularmente común en los valles que se encuentran entre los Andes, ya que es donde ha descubierto condiciones que son propicias para su crecimiento y supervivencia. En cuanto a la pluviometría, es poco exigente, puesto que se encuentra en regiones que reciben 125 milímetros o más de precipitación anual. Prospera en suelos arenosos, margosos, de profundidad media, de pH alcalino más que ácido, y en elevaciones que van de los 800 a los 2.500 m.s.n.m. Crece bien tanto en climas desérticos como en los extremadamente áridos con lluvias de verano (párr. 1-6).

Según Trachtenberg y Mayer (1981), the amount of these monomers within the mucilage molecule can vary depending on a number of parameters such as variety, age, environmental conditions and the structure used for extraction. In addition to D-galacturonic acid, the chain consists of the monomers L-arabinose, D-galactose, L-rhamnose and D-xylose. La cantidad de estos monómeros dentro de la molécula de mucílago puede variar en función de una serie de parámetros como la variedad, la edad, las condiciones ambientales y la estructura utilizada para la extracción. Además del ácido D-galacturónico, la cadena está formada por los monómeros L-arabinosa, D-galactosa, L-ramnosa y D-xilosa (p. 2665). Algunos de los componentes del mucílago se enumeran en la siguiente tabla 1.

**Tabla 1.** Principales compuestos del mucílago de tuna

Componente	Porcentaje
L-arabinosa	24.6 - 42
D-galactosa	21 - 40.1
L-ramnosa	7 - 13.1
D-xilosa	22 - 22.2
Acido D-Galacturónico	8 - 21.7

**Fuente:** Saenz, (2004)



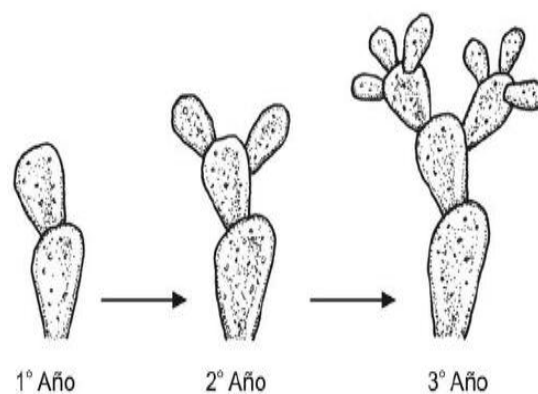
*Figura 1.* Arquitectura de planta adulta de tuna

Fuente: Agrolalibertad.gob.pe, (2009)

Según Vargas-Rodríguez, Arroyo, Herrera, Pérez, García, y Rodríguez (2016), nos definen a la viscosidad como la principal característica del mucílago sobre la que se proyecta la aplicación como aditivo, los líquidos tienen una propiedad la cual se puede definir como la resistencia a fluir, resultante de los efectos combinados de la cohesión y la adherencia (págs. 9-10).

De acuerdo con Green Facts (2022), density is the mass of a substance per unit volume occupied by that substance. For solids, the typical units are  $\text{kg/m}^3$  or  $\text{g/cm}^3$ , and for liquids and gases,  $\text{kg/l}$  or  $\text{g/ml}$ . To refer to the density of a substance is to express its weight in relation to its size. La densidad es la masa de una sustancia por unidad de volumen que ocupa dicha sustancia. Para los sólidos, las unidades típicas son  $\text{kg/m}^3$  o  $\text{g/cm}^3$ , y para los líquidos y gases,  $\text{kg/l}$  o  $\text{g/ml}$ . Referirse a la densidad de una sustancia es expresar su peso en relación con su tamaño (párr. 1).

Según Habibi, Mahrouz y Vignon (2005), for the extraction of the mucilage there are several ways such as simple or complex, the method changes according to the material or year of the stalk to be extracted. The modifications of the simple approach depend on the precise portion (skin, pulp or seed) from which the hydrocolloid will be extracted, as well as the desired degree of purity. Para la extracción del mucílago existen varias formas como la simple o la compleja, el método cambia según el material o el año del tallo que se va a extraer. Las modificaciones del método simple dependen de la porción precisa (piel, pulpa o semilla) de la que se extraerá el hidrocoloide, así como del grado de pureza deseado (p. 206). Además, Corrales-García, Peña-Valdivia, Razo-Martínez y Sánchez-Hernández (2004), considers that the stems should be harvested when they are between 2 and 3 years old and that they should be harvested in the morning because their acidity fluctuates according to the time of harvest because they are acid metabolizing crassulaceae plants. Considera que los tallos deben cosecharse cuando tienen entre 2 y 3 años y que deben cosecharse por la mañana porque su acidez fluctúa según el momento de la cosecha porque son plantas crasuláceas de metabolización ácida (p. 169). Finalmente, Ventura-Aguilar, Bosquez-Molina, Bautista-Baños y Rivera-Cabrera (2017), tuna stems originate from Mesoamerica and are marketed in different forms such as fresh, frozen or precooked. Los tallos de tuna son originarios de Mesoamérica y se comercializan en diferentes formas como frescos, congelados o precocinados (p. 5065).



*Figura 2.* Desarrollo del cultivo de la penca de tuna

Fuente: Agrolalibertad.gob.pe, (2009)

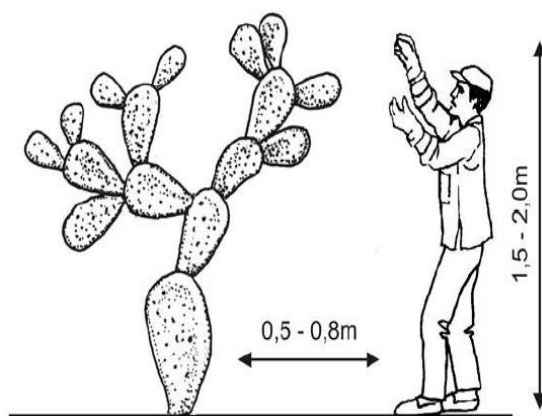


Figura 3. Esquema de la planta de tuna

Fuente: Agrolalibertad.gob.pe, (2009)

El adobe tradicional se define como un bloque sólido de tierra sin cocer al que se le puede añadir paja u otros materiales para aumentar su resistencia a las fuerzas externas. Esta definición proviene del MVCS (2017) de la norma técnica E.080 (Diseño y Construcción con Tierra Reforzada). Se sugiere que el tipo de suelo que se utilizará en la fabricación de ladrillos de adobe tenga una gradación que incluya aproximadamente del 10 al 20% de arcilla, del 15 al 25% de limo y del 55 al 70% de arena, esto se debe a que el suelo se usará para producir los ladrillos. No se recomienda emplear suelos orgánicos, ya que un aumento del porcentaje de arcilla presente provocará la rotura interna como resultado de la contracción por secado, el aumento del porcentaje de arcilla provocará grietas en el interior del producto. Los suelos orgánicos verían disminuir tanto su resistencia a la compresión como su resistencia a la humedad. Además, la especificación solo permite perforar agujeros en una dirección perpendicular a la cara de apoyo (cara principal), y también establece que la superficie total cubierta por agujeros no puede superar el 12% (págs. 4, 5 y 6).

De acuerdo con Ecofronteras (2015), al suelo se ha dedicado un intenso trabajo científico de estudio y comprensión en todo el mundo; se han creado conocimientos sobre su génesis, cualidades, clasificación, cartografía, uso y gestión. Sin embargo, es esencial destacar que la comunidad de profesionales de la ciencia del suelo aún no se ha puesto de acuerdo en una definición (p. 3).



El punto 4 del artículo 12 de la norma E.080 (2017) recomienda utilizar paja en suelos arcillosos de unos 50 mm de longitud y una proporción de volumen de 1 de paja por cada 5 de tierra; esta proporción debe probarse al principio del proyecto. Además, el punto 3 del artículo 19 especifica que la relación entre la paja picada y el suelo puede oscilar entre 1:1 y 1:2, y el punto 4 del mismo artículo sugiere que el agregado grueso puede sustituirse por paja picada si esta es escasa, donde se determina mediante ensayos de control de fisuras o dosificación de tierra de arena gruesa.

Según Klees y Natalini (2014), para la construcción de una casa de adobe requiere el uso de un líquido que sea incoloro, inodoro e insípido. Algunos ejemplos de ese líquido son el agua y el hidruro de oxígeno. Esta sustancia debe estar desprovista de partículas sólidas, partículas suspendidas en el líquido y disoluciones como cloruros y sulfatos. Dado que sirve de lubricante para las partículas de la mezcla de lodo, es esencial mantener un control sobre la calidad y la cantidad de este material. Si el material está demasiado húmedo o demasiado seco, esto se manifestará en el producto final. Del mismo modo, si el lodo es demasiado flexible, dificultará la ejecución de la prueba de compresión y reducirá la resistencia y la estabilidad del material (p. 2).

Las dimensiones del adobe convencional según el manual de construcción del adobe (2010), los ladrillos de adobe pueden ser de planta cuadrada o rectangular y, para los ángulos que no sean de 90° y pueden tener una forma única. Las proporciones de los ladrillos de adobe rectangulares la longitud debe ser aproximadamente el doble de la anchura. La proporción entre la longitud y la altura debe ser de 4:1, y la altura debe ser idealmente de al menos 8 (cm) (p. 12).

El Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG) (2010), ofrece recomendaciones sobre las medidas adecuadas del adobe según el uso del material en la construcción modular y para tabiquerías (p. 8).

**Tabla 2. Dimensiones de adobe para uso modular**

Esesor Nominal	Denominación	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
40	Adobe entero	40.0	40.0	10.0
	Medio adobe	40.0	20.0	10.0
30	Adobe entero	30.0	30.0	10.0
	Medio adobe	30.0	15.0	10.0

Fuente: ICG, (2010)

**Tabla 3. Dimensiones de adobe para uso en tabiquerías**

Esesor Nominal	Denominación	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
40	Adobe entero	36.0	38.0	8.0
	Medio adobe	36.0	18.0	8.0
30	Adobe entero	26.0	28.0	8.0
	Medio adobe	26.0	13.0	8.0

Fuente: ICG, (2010)

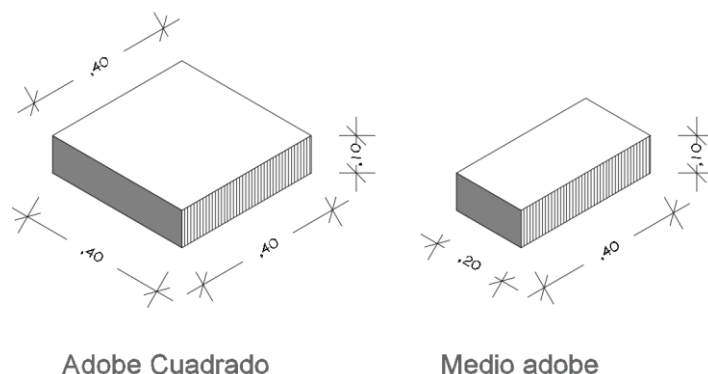


Figura 4. Dimensiones del adobe entero y medio

Fuente: Adaptado a Blondet y Vargas, (2015)

El adobe estabilizado con material natural se define en la norma técnica E.080 (2017), como adobe al que se le han añadido otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) para mejorar su resistencia a la compresión y su estabilidad en presencia de agua. La misma norma especifica que la gradación del suelo para la producción de adobe estabilizado puede diferir de la especificada para la producción de adobe común. Entre los materiales para estabilizar el adobe se puede encontrar cabuya, penca de tuna, fibras de acero, fibra de coco, entre otros.

Los agregados homogéneos o heterogéneos, según Arteaga, Medina y Gutiérrez (2011), se utilizan para estabilizar el suelo y así poder mejorarlo. Los procesos homogéneos consisten en añadir el material que falta: si el suelo es poco

cohesivo, arcilla, y si es muy cohesivo, arena. Los materiales se añaden en seco y deben ser similares al producto a estabilizar. En los procesos heterogéneos, se añaden otros tipos de materiales al material natural para darle estabilidad; este proceso se subdivide en estabilizadores por consolidación, por fricción y por impermeabilización. Para los procesos heterogéneos se encuentran los consolidantes: Los estabilizadores de consolidación son sustancias que unen las arenas y los limos para mantenerlos cohesionados. Debido a su capacidad para unir las partículas del suelo, en cuanto a los compuestos orgánicos, algunos de ellos tienen la propiedad de actuar como aglutinantes y pueden descubrirse en plantas como los cactus y las suculentas, los coloides orgánicos, la leche y los huevos. Por último, la impermeabilización; su objetivo es evitar que el exceso de agua se acumule por capilaridad y precipitación (págs. 57-58).

Según Tejada (2001), afirma que los ensayos preliminares la mayoría se realizan en el campo; cita los siguientes ejemplos para apoyar esta afirmación: El color del suelo: se evalúa en esta prueba; si el suelo es negro oscuro, claro y lustroso; es orgánico, si el suelo es gris claro; es limoso con carbonato de calcio o poco cohesivo. Prueba del olor: En esta prueba se evalúa el olor de la tierra; si la tierra huele a humedad, es orgánica, que es un tipo de tierra que no se recomienda para la construcción. Prueba de brillo: Esta prueba consiste en cortar una muestra de tierra con la consistencia de una masilla. Si los trozos resultantes son opacos, el suelo es arenoso; si son mates, el suelo es limoso con muy poca arcilla; y si son brillantes, el suelo es arcilloso (p. 169). Sin embargo, es importante tener en cuenta que estará afectada por varios factores, como el tipo de arcilla, la capacidad cohesiva, el grado de porosidad y la proporción de arena, limo y arcilla que esté presente en el suelo. Para determinar los resultados de estos exámenes se utilizan los protocolos descritos en la norma técnica E.080 (2017).

Los ensayos físicos en laboratorio permiten determinar las propiedades mecánicas de un material con un porcentaje de error mínimo. La granulometría de suelos por tamizado es uno de los ensayos físicos; la norma ASTM D-2216-08 (2010) y la NTP 339.127 (1999) describen los procedimientos de este ensayo.

Según Gutiérrez (2013), el método para comprobar el contenido de humedad de un suelo se debe describir como la relación de peso entre el agua y las partículas sólidas en una masa dada del suelo, representada como un porcentaje. Además, las muestras deben conservarse y transportarse de acuerdo con la norma ASTM-D422 para los grupos de suelos B, C y D (p. 3). Antes de ser sometidas a la prueba, deben almacenarse a una temperatura entre 3 °C y 30 °C y fuera de la luz solar directa (p. 6).

El espécimen del material húmedo, según el manual de ensayos de materiales (MEM) (2016) del MTC E 107, exterioriza que el peso total que pasa por cada tamiz se divide por el peso total de la muestra y el resultado se multiplica por 100 para hallar el porcentaje total que pasa por cada tamiz (p. 47).

**Tabla 4.** Cantidad mínima de espécimen de material húmedo

Máximo tamaño de partículas (pasa el 100%)	Tamaño de Malla Estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados a ± 0.1%	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados a ± 0.1%
2 mm o menos	2.00 mm (N° 10)	20 g	20 g*
4.75 mm	4.760 mm (N° 4)	100 g	20 g*
9.5 mm	9.525 mm (3/8")	500 g	50 g*
19.0 mm	19.050 mm (3/4")	2.5 kg	250 g*
37.5 mm	38.1 mm (1 1/2")	10 kg	1 kg
75.0 mm	76.200 mm (3")	50 kg	5 kg

Fuente: MEM, (2016)

$$\% \text{ Pasa } 0,074 = \frac{\text{Peso Total} - \text{Peso Retenido en el Tamiz de } 0,074}{\text{Peso Total}} * 100$$

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso Retenido en el Tamiz}}{\text{Peso Total}} * 100$$

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

$$\% \text{ Humedad Hidroscópica} = \frac{W - W_1}{W_1} * 100$$

Donde:  
W = Peso de suelo secado al aire  
W<sub>1</sub> = Peso de suelo secado en el horno

Figura 5. Ecuación de porcentaje que pasa por cada tamiz

Fuente: MEM, (2016)

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} * 100$$

$$W = \frac{M_{CWS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} * 100 = \frac{M_W}{M_S} * 100$$

Donde:

W = es el contenido de humedad, (%)  
M<sub>CWS</sub> = es el peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos  
M<sub>CS</sub> = es el peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos  
M<sub>C</sub> = es el peso del contenedor, en gramos  
M<sub>W</sub> = es el peso del agua, en gramos  
M<sub>S</sub> = es el peso de las partículas sólidas, en gramos

Figura 6. Ecuación de contenido de humedad de la muestra

Fuente: MEM, (2016)

El límite líquido (LL) según el MTC E 110 del MEM (2016), es el porcentaje de contenido de humedad del suelo, representado como un decimal, en el que el suelo se encuentra en un estado de transición entre las fases líquida y plástica. Se define arbitrariamente como el contenido de humedad en el que la ranura entre dos mitades de una pasta de suelo se cierra 13 mm (1/2 pulgada) cuando se deja caer un vaso de precipitados 25 veces desde una altura de 1 cm a un ritmo de dos gotas por segundo. Esta distancia se determina dejando caer el vaso a razón de dos gotas por segundo (págs. 67-70).

$$LL = W^n \left(\frac{n}{2}\right)^{0,121} \quad \text{o} \quad LL = kW^n$$

Donde:

N = Número de golpes requeridos para cerrar la ranura para el contenido de humedad,  
W<sup>n</sup> = Contenido de humedad del suelo,  
K = Factor dado en la tabla A.1

Figura 7. Ecuación del límite líquido

Fuente: MEM, (2016)

El límite plástico (LP) según el MTC E 111 del MEM (2016), se refiere al contenido de humedad más bajo en el que se pueden hacer rodar palitos de tierra de aproximadamente 3,2 mm (1/8") de diámetro entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio molido) sin que se desplomen (págs. 72-73).

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} * 100$$

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Donde:  
 L.L. = Límite Líquido  
 L.P. = Límite Plástico  
 L.L. y L.P., son números enteros

Figura 8. Ecuación del límite plástico

Fuente: MEM, (2016)

Según la norma técnica E.080 (2017), señala que los ensayos por unidad de adobe se deben realizar mínimo a 6 unidades, todo ello para definir los 4 mejores resultados que de esta manera se podrá logra obtener el valor promedio. Para determinar estos ensayos se debe tener presente la norma ASTM, NTP y la norma E.080 del RNC.

Para el ensayo de resistencia a la compresión, el adobe debe ser sometido a una carga axial de acuerdo con los requisitos técnicos de la “NTP. 399.604” (2002) (Unidades de Albañilería), se empleará una máquina universal y se tomarán seis probetas de 35 cm x 20 cm x 15 cm de cada una de las tres concentraciones (30%, 60% y 90%) propuestas en esta investigación. Estas probetas se colocarán individualmente en el soporte de la máquina de forma que el cabezal de la misma descendiera hasta destruir la muestra.

$$f = \frac{P_u}{A}$$

Donde:  
 f = Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)  
 P<sub>u</sub> = Carga aplicada hasta la rotura (kg)  
 A = Área bruta de aplicación de la carga (cm<sup>2</sup>)

Figura 9. Ecuación de la resistencia a la compresión del adobe

Fuente: N.T.P. 399.604, (2002)



Figura 10. Ensayo de resistencia a la compresión del adobe

Fuente: Autoría propia

El ensayo de resistencia a la flexión evalúa la capacidad de deformación y la capacidad de resistencia a la flexión de un material en función de su módulo de ruptura ( $M_r$ ) utilizando los criterios de la norma ASTM C-78 (2002), donde se deben seleccionar 6 unidades de adobe de cada concentración (30%, 60% y 90%) propuestas en este estudio. El método es exactamente el mismo que el usado para el ensayo a la compresión; sin embargo, esta vez, la cara superior al centro de luz del adobe servirá como punto de referencia.

$$M_r = \frac{P * L}{b * h^2}$$

Donde:

$M_r$  = Módulo de rotura ( $\text{kg}(\text{cm}^2)$ )  
 $P$  = Carga aplicada (kg)  
 $L$  = Distancia entre apoyos (cm)  
 $b$  = Ancho promedio (cm)  
 $h$  = Altura promedio (cm)

Figura 11. Ecuación de la resistencia a la flexión del adobe

Fuente: ASTM C-78, (2002)



Figura 12. Ensayo de resistencia a la flexión del adobe  
Fuente: Autoría propia

El ensayo de resistencia a la absorción se basa en la norma “NTP 399.613” (2005), el muestreo y ensayo de ladrillo de arcilla usados en albañilería su objetivo es conocer la absorción del espécimen. Todo ello con el fin de reflejar su capacidad de absorción estando sumergido en el agua por un tiempo de 24 horas.

$$\% ABS = \frac{P2 * P1}{P1} * 100$$

Donde:  
 %ABS = Porcentaje de absorción de agua (%)  
 P1 = Peso de la unidad seca (gr)  
 P2 = Peso de la unidad saturada (gr)

Figura 13. Ecuación de resistencia a la absorción del adobe  
Fuente: N.T.P. 399.613 (2005)



Figura 14. Ensayo de resistencia a la absorción del adobe  
Fuente: Autoría Propia



Según Molla, Razia y Abdus (2015), tal como lo prescriben Micek et al. (2006), two tests must be carried out for this purpose: in the first, a whole group of adobe bricks must be immersed in water for one hour, and in the second, for 24 hours. With these definitions, the immersion experiment indicates the resistance of the bricks to flooding exposure. Para ello, se deben realizar dos pruebas: en la primera, un grupo entero de ladrillos de adobe debe ser sumergido en agua durante una hora, y en la segunda, durante 24 horas. Con estas definiciones, el experimento de inmersión indica la resistencia de los ladrillos a la exposición por inundación (p. 765).



*Figura 15.* Ensayo de resistencia a la inmersión del adobe

Fuente: Autoría propia

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **3.1.1. Tipo de investigación:**

De acuerdo con Pimienta y De la Orden (2017), el objetivo primordial de la investigación aplicada es la búsqueda y acumulación de conocimientos, además de la aplicación, de la producción y de la tecnología al servicio de la sociedad (p. 9). Según esta definición, el estudio es de tipo aplicada porque satisface la función social en sus necesidades problemáticas ante el factor climatológico que ha ido deteriorando los ladrillos de adobe sin estabilizar. En otras palabras, el estudio da solución a un problema que la comunidad viene enfrentando.

##### **3.1.2. Enfoque de investigación:**

Según S. Bordens y Barrington (2018), the scientific approach is the one that approaches a problem by carefully identifying its parameters. El enfoque científico es el que aborda un problema identificando cuidadosamente sus parámetros (p. 3), while the quantitative approach is the one that counts and quantifies results. Mientras que el enfoque cuantitativo es el que cuenta y cuantifica los resultados (p. 240). A la luz de estos principios, la presente investigación utilizó una metodología científica cuantitativa, ya que este método permitió alcanzar mayores niveles de imparcialidad y precisión en los hallazgos que se produjeron.

##### **3.1.3. El diseño de la investigación:**

De acuerdo con Arias (2020), la "variable independiente" en los diseños experimentales es el tratamiento, factor, condiciones o intervención que el investigador manipula y/o controla para investigar los efectos sobre la "variable dependiente" (p. 46). En este estudio se utilizó un diseño "experimental", cuya característica principal fue la comprobación de la consecuencia de la manipulación y el control de las variables mediante los porcentajes del 30%, el 60% y el 90% .

Para Arias (2020), los experimentos puros pueden llevarse a cabo en laboratorio o en el campo, el primero se obtiene un control más estricto de los efectos, y el segundo se proporciona un entorno real y natural (p. 48).

Este estudio se consideró un "experimento puro" debido a que las variables en él fueron manipuladas intencionalmente en el laboratorio para adquirir hallazgos precisos.

#### **3.1.4. El nivel de la investigación:**

Según Escudero y Cortez (2018), la investigación explicativa es la que tiene como objetivo no solo describir el problema que se ha detectado, sino también explicar las causas fundamentales del problema que se está investigando (p. 22). Al explicar las causas y los efectos provocados por la resistencia física y mecánica del adobe estabilizado con mucílago de tuna, esta investigación se sitúa en el nivel explicativo.

#### **3.2. Variables y operacionalización:**

##### **La variable:**

Según Cordero (2015), representa algo que cambia o está sujeto a alguna forma de cambio. La inestabilidad, la inconstancia y la variabilidad son algunas de las características que definen a una variable (párr. 1). Debido a que los datos que se obtuvieron se expresaron a través de valores numéricos, el uso de variables cuantitativas fue necesario para esta definición.

Variable independiente: Mucílago de penca de tuna.

Variable dependiente: Estabilizar unidades de adobe convencional.

##### **La operacionalización:**

Según Cordero (2015), consiste en un conjunto de procesos o indicadores para determinar el valor de una variable que se ha especificado conceptualmente (párr. 3). Esta definición tuvo en cuenta la cantidad de literatura disponible, el marco teórico y los objetivos asociados al enfoque que se utilizó para recoger la información.

Para más información ver matriz de operacionalización en anexo 1.

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

#### **3.3.1. Población:**

De acuerdo con Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), la población, a menudo conocida como universo, es el conjunto de todas las instancias que cumplen unos criterios determinados (p. 199). Sobre la base de esta definición, la población la formaron un total de 120 unidades de albañilería de adobe.

#### **3.3.2. Muestra:**

Según Edmonds y D. Kennedy (2017), the sample, also known as a unit, is representative of the population from which it was chosen (i.e., for a sample to be representative of a population, the researcher needs to make use of random selection and adequate sampling). La muestra, también conocida como unidad, es representativa de la población de la que fue elegida (es decir, para que una muestra sea representativa de una población, el investigador debe hacer uso de la selección aleatoria y de un muestreo adecuado) (p. 9). El tamaño de la muestra fueron 96 adobes agrupados en 6 unidades para los 4 ensayos de laboratorio individuales (compresión, flexión, absorción e inmersión), los cuales fueron sometidas a diversas pruebas de resistencia, tanto físicas como mecánicas, de acuerdo a sus indicadores propuestos en esta investigación.

#### **3.3.3. Muestreo:**

De acuerdo con Leavy (2017), sampling is the process of choosing a subset of a larger population to serve as a proxy for that population as a whole. El muestreo es el proceso de elegir un subconjunto de una población mayor para que sirva como representación de esa población en su conjunto (p. 76). En este estudio se utilizó un muestreo intencional no probabilístico porque se basó en la premisa de buscar los mejores resultados producidos por los estudios que se llevaron a cabo en las muestras propuestas.

### **3.3.4. Unidad de análisis:**

Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), es el componente del que se derivarán finalmente los datos o la información agregada. A menudo son intercambiables, pero no siempre es así (p. 198). En este estudio, la unidad de análisis fueron los ladrillos de adobe que luego se subdividieron y se sometieron a una serie de pruebas de resistencia física y mecánica.

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

#### **Técnicas:**

De acuerdo con Hernández y Duana (2020), las técnicas conforman el conjunto de herramientas que se utilizan para llevar a cabo el proceso que se investiga (p. 51). La observación directa fue el método que se usó porque los datos que se recogieron en el campo se documentaron conforme con las dimensiones e indicadores que se plantearon en esta investigación.

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

Según Arias (2020), el investigador recogerá los datos de la muestra con la ayuda del instrumento, que es el mecanismo que se utilizará (p. 10). Las fichas de recopilación de datos fue el instrumento que se empleó en este estudio. Este formulario permitió registrar el proceso de ejecución que se llevó a cabo de acuerdo con la norma ASTM, la NTP y la E.080 del reglamento nacional de construcción, con el fin de determinar la influencia en la estabilización del adobe convencional.

#### **Validez:**

Según Espinoza (2019), la validez se refiere a la capacidad de una escala para evaluar las características específicas para las que fue desarrollada en lugar de otras características comparables (p. 176). La validez se determinó utilizando estas definiciones mediante el uso del juicio de expertos de tres profesionales debidamente habilitados y colegiados con experiencia que requiere la universidad UCV. Determinando su puntuación de excelente validez.

### **Confiabilidad de los instrumentos:**

Según Posso y Lorenzo (2020), esta técnica se refiere a la homogeneidad de los resultados adquiridos en los distintos elementos que componen la prueba, lo que garantiza que los resultados sean consistentes en todos los casos (p. 218). Los ensayos de laboratorio y los certificados de calibración de los instrumentos utilizados contribuyeron al nivel de confianza existente. Estos elementos garantizaron los resultados más precisos y fiables que fueron respaldados por los datos recogidos en esta investigación.

### **3.5. Procedimientos:**

Con la finalidad de analizar los materiales y alcanzar la mezcla más adecuada para la estabilización de unidades de adobes se procedió a través de los ensayos como son: (ensayos preliminares, ensayo de campo, ensayo de la cinta de barro y presencia de arcilla o resistencia seca). Además, se procedió a realizar el análisis de laboratorio como son: (análisis de granulometría por tamizado, límites de consistencia (límite líquido, límite plástico e índice plástico), y el contenido de humedad del suelo. Finalmente, se analizó la densidad y viscosidad del mucílago de penca de tuna. Cabe señalar que, el material recopilado se realizó de las canteras comunidad Pillao Matao y Simapata. A continuación, se muestran los procedimientos siguiendo el orden de las especificaciones del manual de construcción en edificaciones de adobe, de los antecedentes de este estudio y de las recomendaciones de los autores.

Elaboración de unidades de adobe, según a lo propuesto en este estudio se procedió a realizar los cálculos de pesos y medidas. Además, se obtuvo la cantidad por unidad y 120 total de la población propuesta en esta investigación.

Las siguientes tablas 5 y 6 muestran los datos de los resultados alcanzados.

**Tabla 5. Cantidad de material por unidad de adobe según %**

Ítem	Porcentaje (Kg/L)	Penca de tuna (Kg)	Agua (L)	Mucílago (L)	Paja (Kg)	Suelo (Kg)
1	0,0%	0,00	2,250	0,00	0,118	17,264
2	30,0%	1,83	1,575	0,675	0,118	17,264
3	60,0%	3,05	0,900	1,350	0,118	17,264
4	90,0%	4,88	0,225	2,025	0,118	17,264
<b>Total</b>		<b>9,76</b>	<b>4,95</b>	<b>4,05</b>	<b>0,47</b>	<b>69,06</b>

Fuente: Autoría propia

**Tabla 6. Cantidad de material para 120 unidades de adobes según %**

Ítem	Porcentaje de la muestra	Penca de tuna (Kg)	Mucílago (L)	Agua (L)	Paja (Kg)	Suelo (Kg)
1	0	0,00	0	67,5	3,54	517,92
2	30%	54,90	20,25	47,25	3,54	517,92
3	60%	91,50	40,50	27,00	3,54	517,92
4	90%	146,40	60,75	6,75	3,54	517,92
<b>Total</b>		<b>292,80</b>	<b>121,50</b>	<b>148,50</b>	<b>14,16</b>	<b>2071,68</b>

Fuente: Autoría propia

Ensayos preliminares, se efectuaron con el propósito de descartar una de las dos canteras para delimitar el tipo de suelo que no cumpla con los requisitos mínimos establecidos por la norma, por lo que se procedió con los indicadores de olor, brillo y color que provienen del suelo, en la tabla 7 se muestran los resultados que ambas canteras presentan olor rancio, brillo mate y color marrón.

**Tabla 7. Resultado de ensayos preliminares**

Ensayo	Indicador	Cantera Simapata
Ensayo de olor	Con olor a rancio	X
	Sin olor a rancio	
Ensayo de brillo	Turbio	
	Mate	X
	Brillante	
Ensayo de Color	Marrón	X
	Claro	
	Gris	

Fuente: Autoría propia

Ensayos de campo, mediante la prueba de cinta de barro la figura 17 muestra los resultados de la cantera, Pillao Matao obtuvo longitudes de 14.1 cm y 15.3 cm, y para la cantera Simapata longitudes de 18.8 cm y 26.3 cm.



Figura 16. Prueba de cinta de barro

Fuente: Autoría propia

Ensayos de resistencia seca, se realizaron mediante la prueba de la bolita calculándose la resistencia del suelo con la presión de la mano para ambas muestras. La tabla 8 muestra los resultados de la cantera Pillao Matao que presenta fisura, mientras que la cantera Simapata no presenta ningún tipo de fisura, siendo esta ultima la más adecuada para la elaboración de adobes a estabilizar.

**Tabla 8.** Prueba de la resistencia del suelo

Muestras	Canteras	
	Pillao Matao	Simapata
M-1	Si	No
M-2	Si	No
M-3	Si	No
M-4	Si	No

Fuente: Autoría propia

Ensayos de laboratorio, se determinó la granulometría de la clasificación del suelo, límites de consistencia y porcentaje de contenido de humedad. Los resultados de la tabla 9 presentan para los tamices que pasa por la malla N° 4 un porcentaje de (98,06%), el tamiz N° 10 (77,26%), el tamiz N° 40 (92.41%), el tamiz N° 100 (79.74%) y el tamiz N° 200 (77.26%). Luego, el coeficiente de uniformidad (Cu) y curvatura (Cc) ambos no tienen. Seguidamente, el grado de granulometría determinó que para los porcentajes de finos alcanzo (77.26%), arena (20.80%) y gravas (1.94%). También, se obtuvo valores del límite líquido (31.18%), límite plástico (19.37%) e índice de plasticidad (11.81%). Finalmente, se obtuvo el porcentaje promedio de humedad del suelo (10.36%), mayor detalle ver anexo 5.



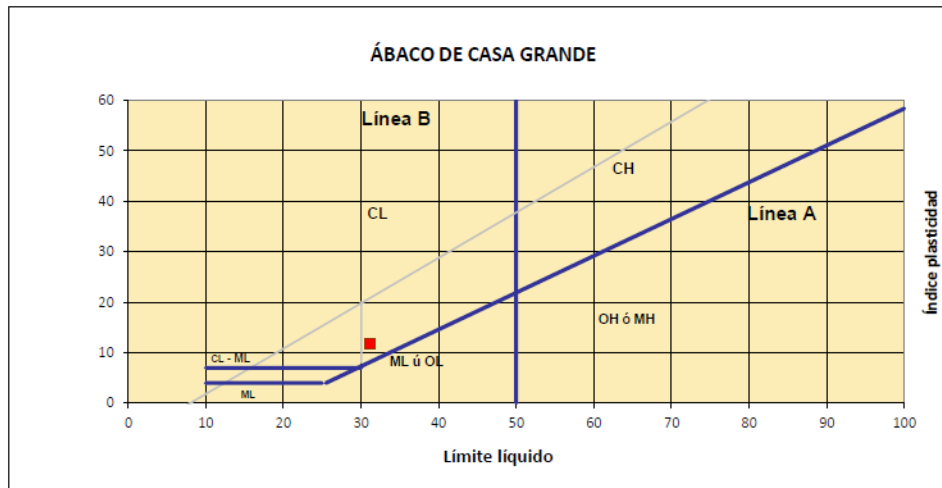


Figura 17. Abaco de Casagrande

Fuente: Autoría propia

Tabla 9. Clasificación del suelo

Ítem	Propiedad	Resultado de ensayos
01,01	% que pasa el tamiz N° 4	49,18
02,01	% que pasa el tamiz N° 10	39,85
03,01	% que pasa el tamiz N° 40	30,85
04,01	% que pasa el tamiz N° 100	23,93
05,01	% que pasa el tamiz N° 200	21,76
06,01	% de finos	21,76
07,01	% de arenas	27,42
08,01	% de gravas	50,82
09,01	Coefficiente de uniformidad (Cu)	NO TIENE
10,01	Coefficiente de curvatura (Cc)	NO TIENE
11,01	índice de grupo (%)	0
12,01	Límite líquido (%)	30,07
13,01	Límite plástico (%)	21,28
14,01	Índice plasticidad (%)	8,79
15,01	Humedad natural (%)	10,36
<b>Clasificación AASHTO</b>		A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa
<b>Clasificación SUCT</b>		GC   Grava arcillosa con arena GC
<b>Observaciones</b>	A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa	

Fuente: Autoría propia

Proceso del suelo, se trabajó el suelo de la comunidad Simapata, la tierra se tamizó para eliminar las malezas y las piedras de más de 1,5 cm de Ø.



*Figura 18. Tipo y zarandeó del suelo*

Fuente: Autoría propia

Extracción del mucílago, se recogieron las pencas de tuna, se limpiaron las espinas y se trituraron antes de ponerlas en remojo en agua durante 15 días. Luego, se retiró la cáscara de las pencas para extraer la sustancia viscosa.



*Figura 19. Acopio y limpieza de la penca de tuna*

Fuente: Autoría propia



*Figura 20. Trituración y remojo de la penca de tuna*

Fuente: Autoría propia



Figura 21. Proceso y contenido de viscosidad de penca de tuna

Fuente: Autoría propia

Ensayos de densidad y viscosidad, se realizó el ensayo del mucílago de penca de tuna(MPT) (ensayo de densidad a temperatura de 15 °C y ensayo de viscosidad según a mbar). Tal como se muestra en la siguiente tabla 10, los resultados alcanzados exponen los valores de la densidad del MPT, para el ensayo de densidad se obtuvo el valor de (1.055 g/cc) y para el ensayo de viscosidad el valor de ( $2,07 \times 10^{-5}$  mbar) y finalmente, se concluye que el ensayo de densidad del mucílago de tuna es mayor a la densidad del agua.

**Tabla 10.** Densidad y viscosidad del MPT

Ensayos	Unidad	Resultado
Densidad del agua	kg/m <sup>3</sup>	1000
Densidad del mucílago	kg/m <sup>3</sup>	1055,00
Viscosidad del mucílago	mbar	$2,07 \times 10^{-5}$

Fuente: Autoría propia

Elaboración del adobe, se fabricaron dos moldes de madera de 35cm x 20cm x 15cm, se cortó la paja y se pesó. Además, se pesó la tierra y se determinó la cantidad de agua con los porcentajes de la mezcla del MPT. Luego, se fabricaron los especímenes de (MP(+0%)), con MPT del (+30%, +60% y +90%) dejándose reposar la mezcla durante 24 horas, seguidamente, los adobes se dejaron secar a la intemperie bajo una cubierta temporal y finalmente, el proceso de secado perduró 28 días naturales.



Figura 22. Molde de madera para adobe, corte y peso de la paja

Fuente: Autoría propia



Figura 23. Incorporación de paja y mezcla para elaboración de adobe

Fuente: Autoría propia



Figura 24. Mezcla de adobe sin adición y con 30% de mucílago de tuna

Fuente: Autoría propia



Figura 25. Mezcla con adición del 60% y 90% de mucílago de tuna

Fuente: Autoría propia



Figura 26. Proceso de elaboración y secado del adobe

Fuente: Autoría propia

### 3.6. Método de análisis de datos:

Se analizaron mediante los ensayos de suelo; preliminares (olor, brillo y color), campo (tipo o calidad del material), cinta de barro (porcentaje de arcilla), resistencia en seco (rotura del suelo sometido a una y dos manos), ensayos de laboratorio; mucílago (viscosidad y densidad), resistencia física (absorción e inmersión) y resistencia mecánica (compresión y flexión). Además, se contrastaron las hipótesis con el software IBM SPSS (ANOVA).

### 3.7. Aspectos éticos:

El presente estudio esgrimió la siguiente normativa: Resolución Rectoral N° 0216-2020/UCV, R.V.I. N° 004-2020-VI-UCV y N° 011-2020-VI-UCV, Anexo 01, R.C.U. N° 0168-2020/UCV, la Guía para la Elaboración de Trabajos de Investigación y Tesis. Además, para las referencias y estilo, se aplicaron las normas ISO 690 y 690-2, respetándose los derechos de autor de cada una de las citas y referencias utilizadas en esta investigación.

## IV. RESULTADOS

### Descripción de la zona de estudio

#### Ubicación política

Distrito: San Jerónimo.

Provincia: Cusco.

Departamento: Cusco

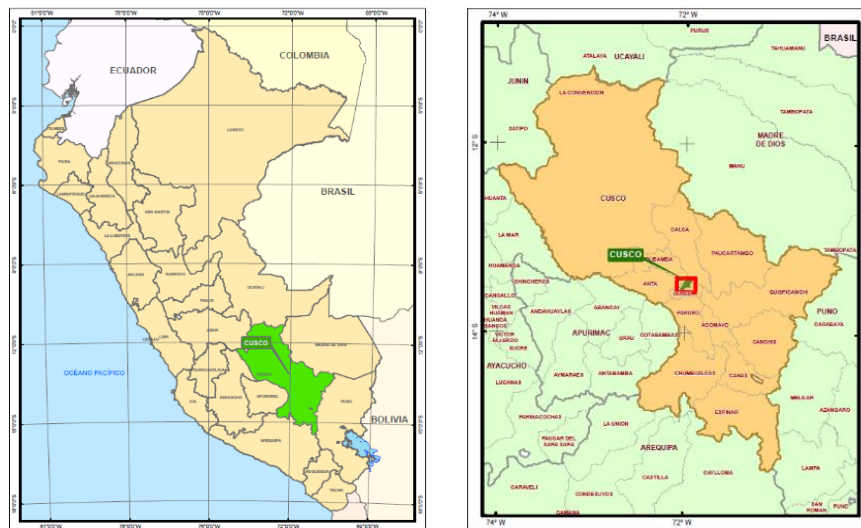


Figura 27. Mapa político de Perú y departamento del Cusco

Fuente: MTC

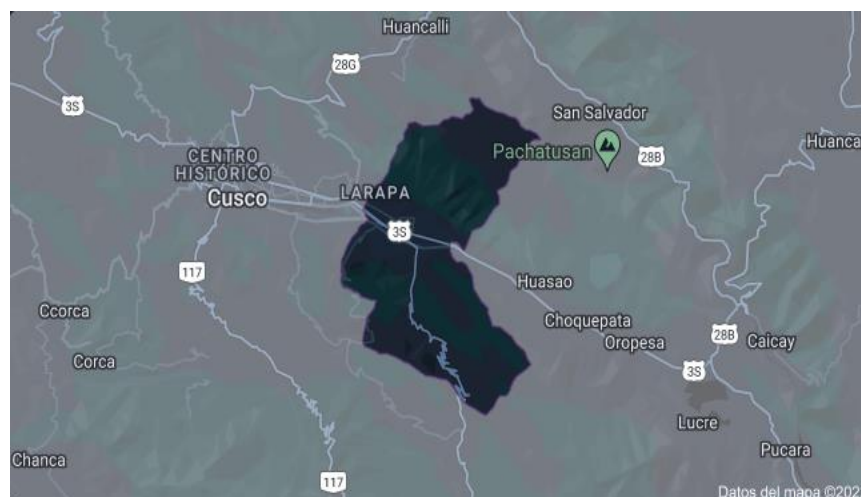


Figura 28. Mapa del distrito de San Jerónimo

Fuente: Google Maps

## **Ubicación del proyecto**

Se ubica en el distrito de San Jerónimo, en las coordenadas latitud sur 13°32'41" y longitud oeste 71°53'2". Localizándose dentro de los 60 husos de 6° de amplitud cada uno y extendiéndose sobre el huso 19 del cuadrante L.

## **Límites**

Según la municipalidad distrital de San Jerónimo (MDSJ) (2022), el distrito se encuentra limitado por un polígono de forma irregular, accedido por cuatro tramos correctamente definidos:

Norte: San Salvador y Taray-Calca

Sur: Yaurisque-Paruro.

Este: Saylla.

Oeste: San Sebastián.

## **Ubicación geográfica**

Geográficamente, está situada en el extremo occidental de los Andes orientales, a 11 kilómetros al sureste de la sede provincial de Cusco, a una altura que oscila entre los 3.220 y los 4.300 m.s.n.m. MDSJ (2022).

## **Clima**

Según el Senamhi (2022), el departamento de Cusco presenta un escenario con probabilidad de ocurrencia de 43% y 51%, respectivamente, para las temperaturas máximas y mínimas dentro de su fluctuación habitual. La probabilidad de que las temperaturas máximas y mínimas superen sus límites típicos es de 39% (p. 5).

## **Resultado de los objetivos específicos.**

Los resultados se realizaron siguiendo el orden de los objetivos específicos según a lo propuesto en este estudio.

**Cálculo de la influencia de la adición del mucílago de penca de tuna en la resistencia a la compresión para estabilizar unidades de adobe convencional.**

**Tabla 11.** Resultados ensayo de resistencia a la compresión ( $f'b$ )

Característica	+0%	+30%	+60%	+90%
Pu = (kg)	10633	18709	16725	14734
A = (cm <sup>2</sup> )	694	695	693	695
$f'b$ prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	15,32	26,91	24,13	21,19

Fuente: Autoría propia

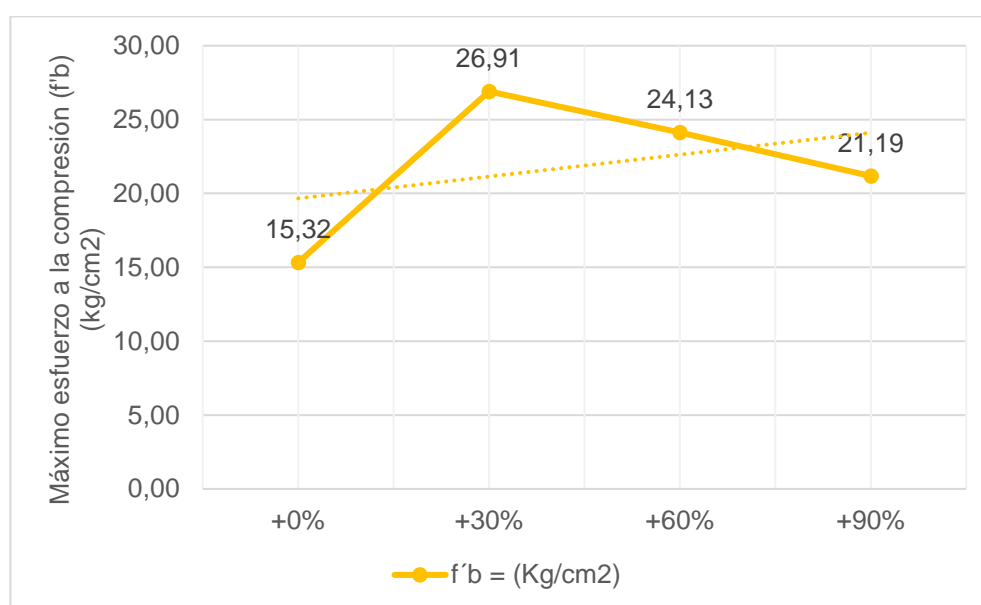


Figura 29. Gráfico esfuerzo máximo a la compresión

Fuente: Autoría propia

**Interpretación:** Según los resultados logrados la tabla 11 y la figura 30 muestran los valores promedios de la carga aplicada, el área y la resistencia promedio en kg/cm<sup>2</sup> de los cuatro especímenes con mayor resistencia a la compresión ( $f'b$ ). Se alcanzaron los valores para la muestra patrón (+0%)(15,32 kg/cm<sup>2</sup>), con adición de MPT del (+30%)(26,91 kg/cm<sup>2</sup>) siendo esta dosificación la mayor resistencia obtenida, con adición de MPT del (+60%)(24,13 kg/cm<sup>2</sup>) se tuvo una resistencia cercana a la dosificación del (+30%) y finalmente, con adición de MPT del (+90%)(21,19 kg/cm<sup>2</sup>) este último valor resultante obtuvo una resistencia más baja en comparación de las dosificaciones del +30% y +60% de MPT.



**Análisis de la influencia de la adición del mucílago de penca de tuna en la resistencia a la flexión para estabilizar unidades de adobe convencional.**

**Tabla 12.** Resultado ensayo de resistencia a la flexión ( $M_r$ )

Característica	N°	+0%	+30%	+60%	+90%
Carga máxima (kgf)	M-1	5715	9250	8655	7155
	M-2	5540	9290	8005	7075
	M-3	5485	9485	8725	7895
	M-4	5820	9395	8420	7050
Carga Promedio (kgf)		5640	9355	8451	7294
Módulo de rotura ( $M_r$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )		20,16	32,98	29,67	25,52

Fuente: Autoría propia

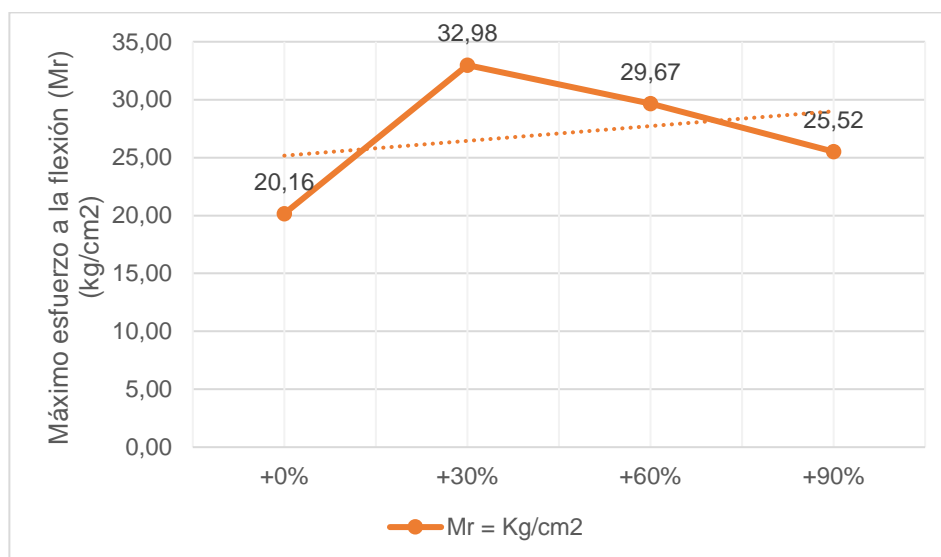


Figura 30. Gráfico esfuerzo máximo a la flexión

Fuente: Autoría propia

**Interpretación:** Según los datos alcanzados la tabla 12 y la figura 31 exponen los valores promedios del esfuerzo máximo del módulo de rotura en ensayo de resistencia a la flexión. Los resultados determinaron para la muestra patrón (+0%)(20,16 kg/cm<sup>2</sup>), con adición de MPT del (+30%)(32,98 kg/cm<sup>2</sup>) cercana a la resistencia con adición de MPT del (+60%)(29,67 kg/cm<sup>2</sup>) siendo este resultante el mayor valor de resistencia y finalmente, con adición de MPT del (+90%)(25,52 kg/cm<sup>2</sup>) este último alcanzó una resistencia más baja entre los demás especímenes.

**Estimación de la influencia de la adición del mucílago de penca de tuna en la resistencia a la absorción para estabilizar unidades de adobe convencional.**

**Tabla 13.** Resultado ensayo de resistencia a la absorción (%ABS)

Espécimen	Tiempo de secado	Peso Seco promedio (kg)	Peso Saturado promedio (kg)	%ABS
+0%	28 días	16,61	17,73	6,71%
+30%		16,44	21,06	28,09%
+60%		15,75	20,59	30,85%
+90%		14,90	19,40	30,22%

Fuente: Autoría propia

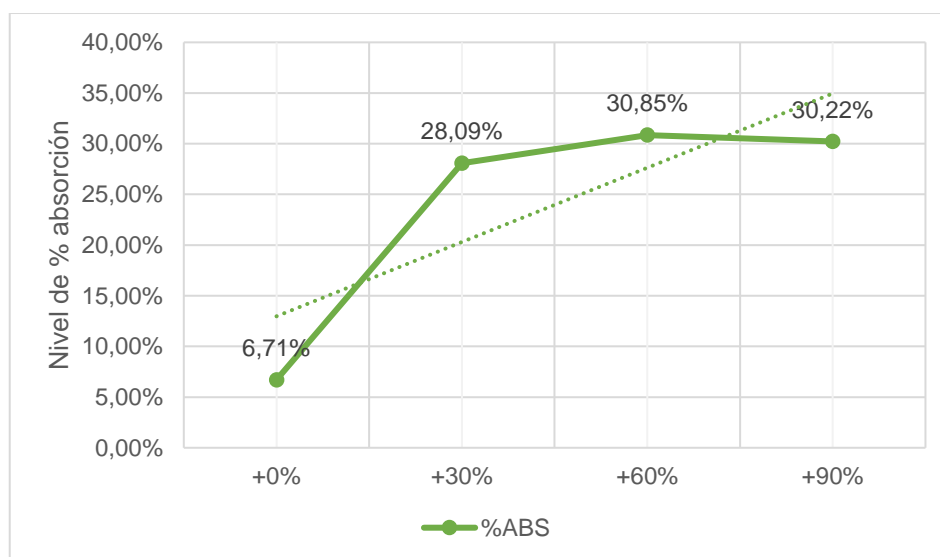


Figura 31. Gráfico de ensayo de resistencia a la absorción

Fuente: Autoría propia

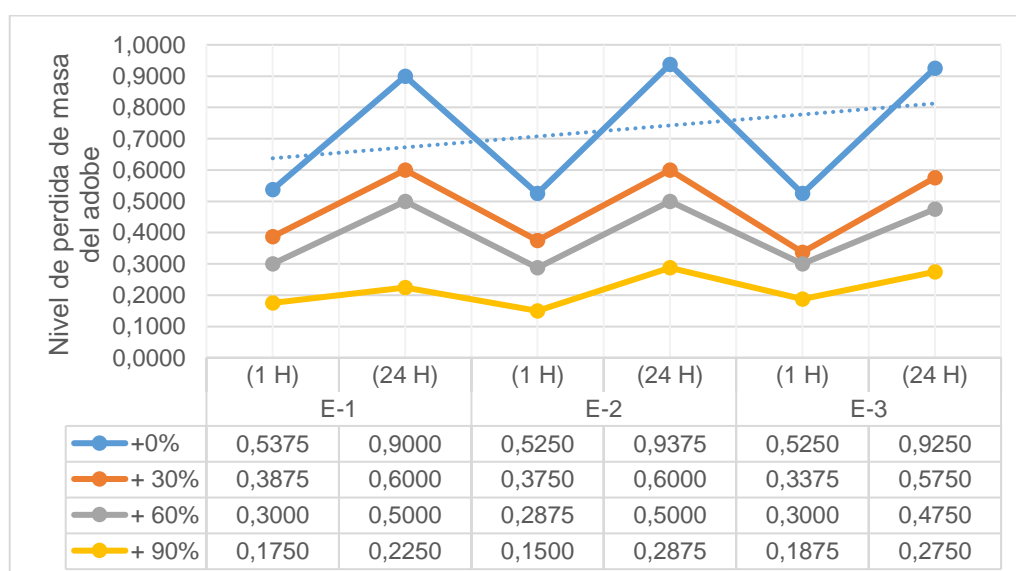
**Interpretación:** Según a los resultados la tabla 13 y la figura 32 muestran los valores promedios de la resistencia a la absorción. Para la muestra patrón se obtuvo (+0%)(6.71%), con adición de MPT (+30%)(28.09%), con adición de MPT (+60%)(30.85%) y finalmente, con adición de MPT (+90%)(30.22%). Además, se determinó el peso seco promedio para la muestra patrón (+0%)(16.61 kg), con adición de MPT del (+30%)(16.44 kg), con adición de MPT (+60%)(15.75 kg) y con adición de MPT del (+90%)(14.90 kg). Asimismo, el peso saturado promedio se obtuvieron los valores para la muestra patrón (+0%)(17.73 kg), con adición de MPT del (+30%)(21.06 kg), con adición de MPT del (+60%)(20.59 kg) y finalmente, con adición de MPT del (+90%)(19.40 kg).

**Contrastación de la influencia de la adición del mucilago de penca de tuna en la resistencia a la inmersión para estabilizar unidades de adobe convencional.**

**Tabla 14.** Resultado ensayo de resistencia a la inmersión en 1 y 24 horas

Especímen	Prom. Evaluador (1)		Prom. Evaluador (2)		Prom. Evaluador (3)	
	1 hora	24 horas	1 hora	24 horas	1 hora	24 horas
+0%	0,5375	0,9000	0,5250	0,9375	0,5250	0,9250
+ 30%	0,3875	0,6000	0,3750	0,6000	0,3375	0,5750
+ 60%	0,3000	0,5000	0,2875	0,5000	0,3000	0,4750
+ 90%	0,1750	0,2250	0,1500	0,2875	0,1875	0,2750
Rangos de evaluación	Leve (0 a 0.25)			Moderado alto (0.50 a 0.75)		
	Moderado bajo (0.25 a 0.50)			Severo (0.75 a 1.0)		

Fuente: Autoría propia



**Figura 32.** Gráfico de ensayo de resistencia a la inmersión

Fuente: Autoría propia

**Interpretación:** De acuerdo con los resultados obtenidos la tabla 14 y la figura 33 muestran los valores promedio de la pérdida de masa de las unidades de adobe, según a las clasificaciones de tres profesionales evaluadores a un periodo de tiempo de 1 hora y 24 horas de estar sumergidos los cuatro principales especímenes. El primer evaluador en 1 hora obtuvo para la muestra patrón(+0%)(0,5375)(moderado alto), con adición de MPT del (+30%)(0,3875) y del (+60%)(0,3000) ambos (moderado bajo), y con adición de MPT del (+90%)(0,1750)(leve). Posteriormente, en 24 horas la muestra patrón obtuvo (+0%)(0,9000)(severo), con adición de MPT del (+30%)(0,6000) y del

(+60%)(0,5000) ambos (moderado alto), y con adición de MPT del (+90%)(0,2250)(leve). Luego, el segundo evaluador en 1 hora, la muestra patrón obtuvo (+0%)(0,5250)(moderado alto), con adición de MPT del (+30%)(0,3750) y del (+60%)(0,2875) ambos (moderado bajo), y con adición de MPT del (+90%)(0,1500)(leve). Prosiguiendo en tiempo de 24 horas la muestra patrón obtuvo (+0%)(0,9375)(severo), con adición de MPT del (+30%)(0,6000) y (+60%)(0,5000) ambos (moderado alto), y con adición de MPT del (+90%)(0,2875)(leve). Finalmente, el tercer evaluador en 1 hora, la muestra patrón obtuvo (+0%)(0,5250)(moderado alto), con adición de MPT del (+30%)(0,3375) y del (+60%)(0,3000) ambos (moderado bajo), y con adición de MPT (+90%)(0,1875)(leve). Prosiguiendo en tiempo de 24 horas la muestra patrón obtuvo (+0%)(0,9250)(severo), con MPT del (+30%)(0,5750)(moderado alto) y (+60%)(0,4750)(moderado bajo), y con MPT del (+90%) (0,2750)(leve).

### **Contrastación de las hipótesis con ANOVA + post-hoc de Tukey**

#### **Formulación de la hipótesis específica 1**

#### **Análisis de varianza (ANOVA)**

H0: El MPT no influye en la resistencia a compresión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022.

H1: El MPT influye en la resistencia a compresión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022.

**Tabla 15.** ANOVA ensayo de resistencia a compresión (*f'*b)

<b>ANOVA</b>					
<b>Compresión</b>					
	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	296.453	3	98.818	699.172	9.91251E-14
Dentro de grupos	1.696	12	0.141		
Total	298.149	15			

**Fuente:** Adaptado a IBM SPSS

**Toma de decisión:** Según la tabla 15 referidos a la significancia entre grupos se tiene un valor de 9.91251E-14, exhibiendo que el valor obtenido es menor al valor de la significancia (0.05) por lo tanto se rechaza la hipótesis nula(H0) y se acepta la hipótesis alterna(H1).

**Por lo tanto:** El MPT influye en la resistencia a compresión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022.

### Prueba post-hoc de Tukey

**Tabla 16.** Comparaciones múltiples - Tukey

Compresión		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0%+0%	0%+30%	-11,617500*	0.265834	1.3194E-12	-12.40673	-10.82827
	0%+60%	-8,805000*	0.265834	3.0633E-12	-9.59423	-8.01577
	0%+90%	-5,880000*	0.265834	2.3010E-10	-6.66923	-5.09077
0%+30%	0%+0%	11,617500*	0.265834	1.3194E-12	10.82827	12.40673
	0%+60%	2,812500*	0.265834	1.0208E-06	2.02327	3.60173
	0%+90%	5,737500*	0.265834	3.0638E-10	4.94827	6.52673
0%+60%	0%+0%	8,805000*	0.265834	3.0633E-12	8.01577	9.59423
	0%+30%	-2,812500*	0.265834	1.0208E-06	-3.60173	-2.02327
	0%+90%	2,925000*	0.265834	6.6518E-07	2.13577	3.71423
0%+90%	0%+0%	5,880000*	0.265834	2.3010E-10	5.09077	6.66923
	0%+30%	-5,737500*	0.265834	3.0638E-10	-6.52673	-4.94827
	0%+60%	-2,925000*	0.265834	6.6518E-07	-3.71423	-2.13577

**Fuente:** Adaptado a IBM SPSS

**Toma de decisión:** Según la 16 referidos al p-valor representativos de las comparaciones entre la muestra patrón (0%+0%) y los valores adicionados se tiene significancias de 1.3194E-12(0%+30%), 3.0633E-12(0%+60%) y 2.3010E-10(0%+90%), considerando (0%+30%) se tiene significancias de 1.0208E-06(0%+60%), 3.0638E-10(0%+90%), considerando(0%+60%) se tiene significancias de 6.6518E-07 (0%+90%), se verifica que los valores son inferiores al valor de la significancia(0.05) aseverando rechazar la hipótesis nula(H0) y aceptando la hipótesis alterna(H1).

**Por lo tanto:** Con una alta significancia de p-valor<0.05 se acepta la hipótesis de la investigación ya que, el MPT influye en la resistencia a compresión para estabilizar unidades de adobe convencional.

## Subconjuntos homogéneos – Tukey

Tabla 17. Subconjuntos homogéneos - Tukey

Compresión					
HSD Tukey <sup>a</sup>					
Especimen-1	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
0%+0%	4	15.32			
0%+90%	4		21.20		
0%+60%	4			24.13	
0%+30%	4				26.94
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Adaptado a IBM SPSS

**Interpretación:** Según la tabla 17 se verifica que considerando la muestra patrón(MP) 0%+0%(15.32 kg/cm<sup>2</sup>), se destaca una variación importante al realizar las adiciones del 0%+30%(26.91 kg/cm<sup>2</sup>) de MPT, se verifico incrementos con las adiciones 0%+60%(24.13) de MPT y 0%+90%(21.19 kg/cm<sup>2</sup>) de MPT, resultando ser mayores al valor expuesto por la MP.

## Formulación de la hipótesis específica 2

### Análisis de varianza (ANOVA)

H0: El MPT no influye en la resistencia a flexión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022.

H1: El MPT influye en la resistencia a flexión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022.

Tabla 18. ANOVA ensayo de resistencia a flexión (Mr)

ANOVA					
Flexión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	393.872	3	131.291	123.139	2.80545E-09
Dentro de grupos	12.794	12	1.066		
Total	406.666	15			

Fuente: Adaptado a IBM SPSS

**Toma de decisión:** Según la tabla 18 referidos a la significancia entre grupos se tiene un valor de 2.80542E-09, exhibiendo que el valor obtenido es menor al valor de la significancia (0.05) por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna(H1) y se rechaza la hipótesis nula(H0).

**Por lo tanto:** El MPT influye en la resistencia a flexión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022.

### Prueba post-hoc de Tukey

**Tabla 19.** Comparaciones múltiples - Tukey

Flexión		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0%+0%	0%+30%	-13.216127	0.730136	2.37484E-09	-15.38383	-11.04843
	0%+60%	-10.272185	0.730136	4.27992E-08	-12.43989	-8.10448
	0%+90%	-6.122805	0.730136	1.2025E-05	-8.29051	-3.95510
0%+30%	0%+0%	13.216127	0.730136	2.37484E-09	11.04843	15.38383
	0%+60%	2.943942	0.730136	0.007814617	0.77624	5.11164
	0%+90%	7.093322	0.730136	2.56173E-06	4.92562	9.26102
0%+60%	0%+0%	10.272185	0.730136	4.27992E-08	8.10448	12.43989
	0%+30%	-2.943942	0.730136	0.007814617	-5.11164	-0.77624
	0%+90%	4.149380	0.730136	0.000510054	1.98168	6.31708
0%+90%	0%+0%	6.122805	0.730136	1.2025E-05	3.95510	8.29051
	0%+30%	-7.093322	0.730136	2.56173E-06	-9.26102	-4.92562
	0%+60%	-4.149380	0.730136	0.000510054	-6.31708	-1.98168

**Fuente:** Adaptado a IBM SPSS

**Toma de decisión:** Según la tabla 19 referidos al p-valor representativos de las comparaciones entre la muestra patrón (0%+0%) y los valores adicionados se tiene significancias de 2.37484E-09(0%+30%), 4.27992E-08(0%+60%) y 1.2025E-05(0%+90%), considerando (0%+30%) se tiene significancias de 0.7814617(0%+60%), 2.56173E-06(0%+90%), considerando (0%+60%) se tiene significancias de 0.000510054(0%+90%) verificando que estos valores son inferiores al valor de la significancia(0.05) aseverando rechazar la hipótesis nula(H0) y aceptando la hipótesis alterna(H1).

**Por lo tanto:** Con una alta significancia de  $p\text{-valor} > 0.05$  se acepta la hipótesis de la investigación ya que, el MPT influye en la resistencia a flexión para estabilizar unidades de adobe convencional.

### Subconjuntos homogéneos – Tukey

**Tabla 20.** Subconjuntos homogéneos - Tukey

Flexión					
HSD Tukey					
Especímen	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
0%+0%	4	20.16			
0%+90%	4		25.52		
0%+60%	4			29.67	
0%+30%	4				32.98
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

**Fuente:** Adaptado a IBM SPSS

**Interpretación:** Según la tabla 20 se verifica que considerando la muestra patrón(MP) del 0%+0%(20.16 kg/cm<sup>2</sup>), se destaca un incremento en la resistencia adicionando 0%+30%(32.98 kg/cm<sup>2</sup>) de MPT, esto se ve referenciado también en el incremento de resistencia brindado por 0%+60%(29.67 kg/cm<sup>2</sup>) de MPT y 0%+90%(25.52 kg/cm<sup>2</sup>) de MPT, representando que es significativo estas adiciones aunque se verifica que va aminorando cuando se adiciona mayor cantidad de MPT.

### Formulación de la hipótesis específica 3

#### Análisis de varianza (ANOVA)

H0: El MPT no influye en la resistencia a absorción para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022.

H1: El MPT influye en la resistencia a absorción para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022.



**Tabla 21.** ANOVA ensayo de resistencia a absorción

ANOVA					
Absorción					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1604.744	3	534.915	48.350	5.64152E-07
Dentro de grupos	132.760	12	11.063		
Total	1737.504	15			

Fuente: Adaptado a IBM SPSS

**Toma de decisión:** Según la tabla 21 referidos a la significancia entre grupos se tiene un valor de 5.64152E-07, exhibiendo que el valor obtenido es menor al valor de la significancia (0.05) por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna(H1) y se rechaza la hipótesis nula(H0).

**Por lo tanto:** El MPT influye en la resistencia a absorción para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022.

### Prueba post-hoc de Tukey

**Tabla 22.** Comparaciones múltiples - Tukey

Absorción		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0%+0%	0%+30%	-21.377750	2.351952	5.19301E-06	-28.36046	-14.39504
	0%+60%	-24.137250	2.351952	1.42031E-06	-31.11996	-17.15454
	0%+90%	-23.507075	2.351952	1.88943E-06	-30.48979	-16.52436
0%+30%	0%+0%	21.377750	2.351952	5.19301E-06	14.39504	28.36046
	0%+60%	-2.759500	2.351952	0.653904653	-9.74221	4.22321
	0%+90%	-2.129325	2.351952	0.802381225	-9.11204	4.85339
0%+60%	0%+0%	24,137250*	2.351952	1.42031E-06	17.15454	31.11996
	0%+30%	2.759500	2.351952	0.653904653	-4.22321	9.74221
	0%+90%	0.630175	2.351952	0.992910672	-6.35254	7.61289
0%+90%	0%+0%	23,507075*	2.351952	1.88943E-06	16.52436	30.48979
	0%+30%	2.129325	2.351952	0.802381225	-4.85339	9.11204
	0%+60%	-0.630175	2.351952	0.992910672	-7.61289	6.35254

Fuente: Adaptado a IBM SPSS

**Toma de decisión:** Según la tabla 22 referidos al p-valor representativos de las comparaciones entre la muestra patrón (0%+0%) y los valores adicionados se tiene significancias de 5.19301E-06(0%+30%), 1.42031E-06(0%+60%) y 1.88943E-06(0%+90%), considerando (0%+30%) se tiene significancias de 0.653904653(0%+60%), 0.802381225(0%+90%), considerando (0%+60%) se tiene significancias de 0.992910672(0%+90%) verificando que estos valores son inferiores al valor de la significancia(0.05) aceptando la hipótesis alterna(H1) y rechazando la hipótesis nula(H0).

**Por lo tanto:** Con una alta significancia de p-valor>0.05 se acepta la hipótesis de la investigación ya que, el MPT influye en la resistencia a absorción para estabilizar unidades de adobe convencional.

### Subconjuntos homogéneos – Tukey

**Tabla 23.** Subconjuntos homogéneos - Tukey

Absorción			
HSD Tukey			
Espécimen	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
0%+0%	4	6.709	
0%+30%	4		28.087
0%+90%	4		30.216
0%+60%	4		30.846
Sig.		1.000	0.654

**Fuente:** Adaptado a IBM SPSS

**Interpretación:** Según la tabla 23 se verifica que considerando la muestra patrón(MP) del 0%+0%(6.71%) se determina un incremento considerable en la absorción adicionando 0%+90%(30.22%) de MPT, esto se ve referenciado también en el incremento de la absorción con la dosificación de 0%+30%(28.09%) de MPT y 0%+60%(30.85%) de MPT, representando que estos porcentajes son significativos por lo tanto es necesario considerar la utilización del MPT.

## Formulación de la hipótesis específica 4

### Análisis de varianza (ANOVA)

H0: El MPT no influye en la resistencia a inmersión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022.

H1: El MPT influye en la resistencia a inmersión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022.

**Tabla 24.** ANOVA ensayo de resistencia a inmersión

ANOVA						
Inmersión		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inmersión 1 hr-E1	Entre grupos	0.279	3	0.093	42.476	1.14706E-06
	Dentro de grupos	0.026	12	0.002		
	Total	0.305	15			
Inmersión 24 hr-E1	Entre grupos	0.932	3	0.311	114.692	4.23364E-09
	Dentro de grupos	0.033	12	0.003		
	Total	0.964	15			
Inmersión 1 hr-E2	Entre grupos	0.297	3	0.099	54.257	2.98088E-07
	Dentro de grupos	0.022	12	0.002		
	Total	0.319	15			
Inmersión 24 hr-E2	Entre grupos	0.881	3	0.294	122.522	2.8884E-09
	Dentro de grupos	0.029	12	0.002		
	Total	0.909	15			
Inmersión 1 hr-E3	Entre grupos	0.236	3	0.079	44.471	8.92912E-07
	Dentro de grupos	0.021	12	0.002		
	Total	0.258	15			
Inmersión 24 hr-E3	Entre grupos	0.888	3	0.296	101.429	8.6037E-09
	Dentro de grupos	0.035	12	0.003		
	Total	0.923	15			

**Fuente:** Adaptado a IBM SPSS

**Toma de decisión:** Según la tabla 24 referidos a la significancia entre grupos para la inmersión 1hr-E1(1.14706E-06), inmersión 24hr-E1(4.23364E-09), inmersión 1hr-E2(2.98088E-07), inmersión 24hr-E2(2.8884E-09) y para inmersión 1hr-

E3(8.92912E-07), inmersión 24hr-E3(8.6037E-09) exhibiendo que el valor obtenido es menor al valor de la significancia (0.05) por lo tanto se acepta la hipótesis alterna(H1) y se rechaza la hipótesis nula(H0).

**Por lo tanto:** El MPT influye en la resistencia a inmersión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022.

### Prueba post-hoc de Tukey

**Tabla 25.** Comparaciones múltiples – Tukey – E1 - 1hr y 24 hr

Inmersión			Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Inmersión 1 hr-E1	0%+0%	0%+30%	0.150000	0.033072	0.003296	0.05181	0.24819
		0%+60%	0.237500	0.033072	0.000057	0.13931	0.33569
		0%+90%	0.362500	0.033072	0.000001	0.26431	0.46069
	0%+30%	0%+0%	-0.150000	0.033072	0.003296	-0.24819	-0.05181
		0%+60%	0.087500	0.033072	0.086713	-0.01069	0.18569
		0%+90%	0.212500	0.033072	0.000167	0.11431	0.31069
	0%+60%	0%+0%	-0.237500	0.033072	0.000057	-0.33569	-0.13931
		0%+30%	-0.087500	0.033072	0.086713	-0.18569	0.01069
		0%+90%	0.125000	0.033072	0.012129	0.02681	0.22319
	0%+90%	0%+0%	-0.362500	0.033072	0.000001	-0.46069	-0.26431
		0%+30%	-0.212500	0.033072	0.000167	-0.31069	-0.11431
		0%+60%	-0.125000	0.033072	0.012129	-0.22319	-0.02681
Inmersión 24 hr-E1	0%+0%	0%+30%	0.300000	0.036799	0.000016	0.19075	0.40925
		0%+60%	0.400000	0.036799	0.000001	0.29075	0.50925
		0%+90%	0.675000	0.036799	0.000000	0.56575	0.78425
	0%+30%	0%+0%	-0.300000	0.036799	0.000016	-0.40925	-0.19075
		0%+60%	0.100000	0.036799	0.076853	-0.00925	0.20925
		0%+90%	0.375000	0.036799	0.000002	0.26575	0.48425
	0%+60%	0%+0%	-0.400000	0.036799	0.000001	-0.50925	-0.29075
		0%+30%	-0.100000	0.036799	0.076853	-0.20925	0.00925
		0%+90%	0.275000	0.036799	0.000039	0.16575	0.38425
	0%+90%	0%+0%	-0.675000	0.036799	0.000000	-0.78425	-0.56575
		0%+30%	-0.375000	0.036799	0.000002	-0.48425	-0.26575
		0%+60%	-0.275000	0.036799	0.000039	-0.38425	-0.16575

Fuente: Adaptado a IBM SPSS

**Toma de decisión:** Según la tabla 25 referidos al p-valor representativos de las comparaciones y los valores brindados por el primer especialista(E1) para una hora, entre la muestra patrón (0%+0%) y los valores adicionados se tiene significancias de 0.003296(0%+30%), 0.000057(0%+60%) y 0.000001(0%+90%), considerando

(0%+30%) y los valores adicionados se tiene significancias de 0.086713(0%+60%), 0.000167(0%+90%), considerando (0%+60%) y los valores adicionados se tiene significancias de 0.012129(0%+90%). Asimismo, para las 24 horas, entre la muestra patrón (0%+0%) y los valores adicionados se tiene significancias de 0.000016(0%+30%), 0.000001(0%+60%) y 0.000000(0%+90%), considerando (0%+30%) y los valores adicionados se tiene significancias de 0.076853(0%+60%), 0.000002(0%+90%), considerando (0%+60%) y los valores adicionados se tiene significancias de 0.000039(0%+90%) verificando que estos valores son inferiores al valor de la significancia(0.05) aseverando rechazar la hipótesis nula(H0) y aceptando la hipótesis alterna(H1).

Prosiguiendo se tiene la tabla 26 referido a la evaluación del segundo especialista.

**Tabla 26.** Comparaciones múltiples – Tukey – E2 - 1hr y 24 hr

Inmersión			Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Inmersión 1 hr-E2	0%+0%	0%+30%	0.150000	0.030190	0.001600	0.06037	0.23963
		0%+60%	0.237500	0.030190	0.000023	0.14787	0.32713
		0%+90%	0.375000	0.030190	0.000000	0.28537	0.46463
	0%+30%	0%+0%	-0.150000	0.030190	0.001600	-0.23963	-0.06037
		0%+60%	0.087500	0.030190	0.056467	-0.00213	0.17713
		0%+90%	0.225000	0.030190	0.000040	0.13537	0.31463
	0%+60%	0%+0%	-0.237500	0.030190	0.000023	-0.32713	-0.14787
		0%+30%	-0.087500	0.030190	0.056467	-0.17713	0.00213
		0%+90%	0.137500	0.030190	0.003192	0.04787	0.22713
	0%+90%	0%+0%	-0.375000	0.030190	0.000000	-0.46463	-0.28537
		0%+30%	-0.225000	0.030190	0.000040	-0.31463	-0.13537
		0%+60%	-0.137500	0.030190	0.003192	-0.22713	-0.04787
Inmersión 24 hr-E2	0%+0%	0%+30%	0.337500	0.034611	0.000002	0.23474	0.44026
		0%+60%	0.437500	0.034611	0.000000	0.33474	0.54026
		0%+90%	0.650000	0.034611	0.000000	0.54724	0.75276
	0%+30%	0%+0%	-0.337500	0.034611	0.000002	-0.44026	-0.23474
		0%+60%	0.100000	0.034611	0.057348	-0.00276	0.20276
		0%+90%	0.312500	0.034611	0.000006	0.20974	0.41526
	0%+60%	0%+0%	-0.437500	0.034611	0.000000	-0.54026	-0.33474
		0%+30%	-0.100000	0.034611	0.057348	-0.20276	0.00276
		0%+90%	0.212500	0.034611	0.000254	0.10974	0.31526
	0%+90%	0%+0%	-0.650000	0.034611	0.000000	-0.75276	-0.54724
		0%+30%	-0.312500	0.034611	0.000006	-0.41526	-0.20974
		0%+60%	-0.212500	0.034611	0.000254	-0.31526	-0.10974

Fuente: Adaptado a IBM SPSS

**Toma de decisión:** Según la tabla 26 referidos al p-valor representativos de las comparaciones y los valores brindados por el segundo especialista(E2) para una hora, entre la muestra patrón (0%+0%) y los valores adicionados se tiene significancias de 0.001600(0%+30%), 0.000023(0%+60%) y 0.000000(0%+90%), considerando (0%+30%) y los valores adicionados se tiene significancias de 0.056467(0%+60%), 0.000040(0%+90%), considerando (0%+60%) y los valores adicionados se tiene significancias de 0.003192(0%+90%). Asimismo, para las 24 horas, entre la muestra patrón (0%+0%) y los valores adicionados se tiene significancias de 0.000002(0%+30%), 0.000000(0%+60%) y 0.000000(0%+90%), considerando (0%+30%) y los valores adicionados se tiene significancias de 0.057348(0%+60%), 0.000006(0%+90%), considerando (0%+60%) y los valores adicionados se tiene significancias de 0.000254(0%+90%) verificando que estos valores son inferiores al valor de la significancia(0.05) aseverando rechazar la hipótesis nula(H0) y aceptando la hipótesis alterna(H1).

Prosiguiendo se tiene la tabla 27 referido a la evaluación del tercer especialista.

**Tabla 27. Comparaciones múltiples – Tukey – E3 - 1hr y 24 hr**

Inmersión		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error		Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Inmersión 1 hr-E3	0%+0%	0%+30%	0.187500	0.029756	0.000200	0.09916	0.27584
		0%+60%	0.225000	0.029756	0.000034	0.13666	0.31334
		0%+90%	0.337500	0.029756	0.000000	0.24916	0.42584
	0%+30%	0%+0%	-0.187500	0.029756	0.000200	-0.27584	-0.09916
		0%+60%	0.037500	0.029756	0.603179	-0.05084	0.12584
		0%+90%	0.150000	0.029756	0.001421	0.06166	0.23834
	0%+60%	0%+0%	-0.225000	0.029756	0.000034	-0.31334	-0.13666
		0%+30%	-0.037500	0.029756	0.603179	-0.12584	0.05084
		0%+90%	0.112500	0.029756	0.012106	0.02416	0.20084
	0%+90%	0%+0%	-0.337500	0.029756	0.000000	-0.42584	-0.24916
		0%+30%	-0.150000	0.029756	0.001421	-0.23834	-0.06166
		0%+60%	-0.112500	0.029756	0.012106	-0.20084	-0.02416
Inmersión 24 hr-E3	0%+0%	0%+30%	0.350000	0.038188	0.000005	0.23662	0.46338
		0%+60%	0.450000	0.038188	0.000000	0.33662	0.56338
		0%+90%	0.650000	0.038188	0.000000	0.53662	0.76338
	0%+30%	0%+0%	-0.350000	0.038188	0.000005	-0.46338	-0.23662
		0%+60%	0.100000	0.038188	0.090741	-0.01338	0.21338
		0%+90%	0.300000	0.038188	0.000023	0.18662	0.41338
0%+60%	0%+0%	-0.450000	0.038188	0.000000	-0.56338	-0.33662	

Inmersión 24 hr-E3	0%+60%	0%+30%	-0.100000	0.038188	0.090741	-0.21338	0.01338
		0%+90%	0.200000	0.038188	0.001033	0.08662	0.31338
	0%+90%	0%+0%	-0.650000	0.038188	0.000000	-0.76338	-0.53662
		0%+30%	-0.300000	0.038188	0.000023	-0.41338	-0.18662
		0%+60%	-0.200000	0.038188	0.001033	-0.31338	-0.08662

**Fuente:** Adaptado a IBM SPSS

**Toma de decisión:** Según la tabla 27 referidos al p-valor representativos de las comparaciones y los valores brindados por el tercer especialista(E3) para una hora, entre la muestra patrón (0%+0%) y los valores adicionados se tiene significancias de 0.000200(0%+30%), 0.000034(0%+60%) y 0.000000(0%+90%), considerando (0%+30%) y los valores adicionados se tiene significancias de 0.603179(0%+60%), 0.001421(0%+90%), considerando (0%+60%) y los valores adicionados se tiene significancias de 0.012106(0%+90%). Asimismo, para las 24 horas, entre la muestra patrón (0%+0%) y los valores adicionados se tiene significancias de 0.000005(0%+30%), 0.000000(0%+60%) y 0.000000(0%+90%), considerando (0%+30%) y los valores adicionados se tiene significancias de 0.090741(0%+60%), 0.000023(0%+90%), considerando (0%+60%) y los valores adicionados se tiene significancias de 0.001033(0%+90%) verificando que estos valores son inferiores al valor de la significancia(0.05) aseverando rechazar la hipótesis nula(H0) y aceptando la hipótesis alterna(H1).

**Por lo tanto:** Según la tabla 25, 26 y 27 con una alta significancia de p-valor<0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de la investigación ya que, el MPT influye en la resistencia a inmersión para estabilizar unidades de adobe convencional.

### **Subconjuntos homogéneos – Tukey**

Tras la evaluación de los especialistas, brindaron los siguientes parámetros según la evaluación de perdida por inmersión del elemento de adobe siendo leve (0-0.25), moderado bajo (0.25-0.50), moderado alto (0.50-0.75) y severo (0.75-1.00).

Según el primer especialista se tiene referente a la inmersión en 1 hora y 24 horas los porcentajes considerados según evaluación en campo de materiales obtuvo:

**Tabla 28.** Subconjuntos homogéneos – Tukey – E1 – 1hr y 24hr

Evaluador 1 HSD Tukey <sup>a</sup>				
Especímen	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		Inmersión 1 hora		
		1	2	3
0%+0%	4			0.53750
0%+30%	4		0.38750	
0%+60%	4		0.30000	
0%+90%	4	0.17500		
Sig.		1.000	0.087	1.000
Inmersión 24 horas				
0%+0%	4			0.90000
0%+30%	4		0.60000	
0%+60%	4		0.50000	
0%+90%	4	0.22500		
Sig.		1.000	0.077	1.000

**Fuente:** Adaptado a IBM SPSS

**Interpretación:** Según la tabla 28 se verifica que considerando la muestra patrón(MP) del 0%+0%(0.5375)(severo), se verifica una disminución de pérdida por absorción con 0%+30%(0.38750)(moderado bajo) y 0%+60%(0.30000)(moderado bajo) adicionando el MPT, se destaca una disminución de pérdida por inmersión con la adición de 0%+90%(0.17500)(leve) de MPT resultando por tanto un aditivo idóneo el MPT ya que redujo considerablemente la inmersión en las unidades de adobe. Seguidamente, se interpreta en el tiempo de 24 horas que de acuerdo a la tabla 28 se verifica que considerando la muestra patrón(MP) del 0%+0%(0.9000)(severo) se destaca una disminución de pérdida por inmersión con 0%+30%(0.6000)(moderado alto) y 0%+60%(0.5000)(moderado alto) de MPT, se destaca una menor disminución de pérdida por inmersión con la adición de 0%+90%(0.2250)(leve) de MPT resultando por tanto un aditivo idóneo el MPT ya que redujo considerablemente la inmersión en las unidades de adobe.

Según el segundo especialista se tiene referente a la inmersión en 1 hora y 24 horas los porcentajes considerados según evaluación en campo de materiales obtuvo:



**Tabla 29.** Subconjuntos homogéneos – Tukey – E2 – 1hr y 24hr

Evaluador 2 HSD Tukey <sup>a</sup>				
Especímen	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		Inmersión 1 hora		
		1	2	3
0%+0%	4			0.52500
0%+30%	4		0.37500	
0%+60%	4		0.28750	
0%+90%	4	0.15000		
Sig.		1.000	0.056	1.000
Inmersión 24 horas				
0%+0%	4			0.93750
0%+30%	4		0.60000	
0%+60%	4		0.50000	
0%+90%	4	0.28750		
Sig.		1.000	0.057	1.000

**Fuente:** Adaptado a IBM SPSS

**Interpretación:** Según la tabla 29 se verifica que considerando la muestra patrón(MP) del 0%+0%(0.525)(severo) se verifica una disminución de pérdida por inmersión al realizar las adiciones del 0%+30%(0.37500)(moderado bajo) y 0%+60%(0.2875)(moderado bajo) de MPT, se destaca una menor reducción de pérdida por inmersión con 0%+90%(0.15000)(leve) de MPT resultando por tanto un aditivo idóneo el MPT ya que redujo la absorción en las unidades de adobe. Seguidamente, se interpreta en el tiempo de 24 horas que de acuerdo a la tabla 29 se verifica que considerando la muestra patrón(MP) del 0%+0%(0.93750)(severo) se verifica una disminución al realizar las adiciones de 0%+30%(0.6000)(moderado alto) y 0%+60%(0.5000)(moderado alto) de MPT, una reducción de pérdida por inmersión con 0%+90%(0.28750)(moderado bajo) de MPT, resultando por tanto un aditivo idóneo el MPT, ya que redujo la pérdida por inmersión en el adobe.

Según el tercer especialista se tiene referente a la inmersión en 1 hora y 24 horas los porcentajes considerados según evaluación en campo de materiales obtuvo:

**Tabla 30.** Subconjuntos homogéneos – Tukey – E3 – 1hr y 24hr

Evaluador 3 HSD Tukey <sup>a</sup>				
Especímen	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		Inmersión 1 hora		
		1	2	3
0%+0%	4			0.52500
0%+30%	4		0.33750	
0%+60%	4		0.30000	
0%+90%	4	0.18750		
Sig.		1.000	0.603	1.000
Inmersión 24 horas				
0%+0%	4			0.92500
0%+30%	4		0.57500	
0%+60%	4		0.47500	
0%+90%	4	0.27500		
Sig.		1.000	0.091	1.000

**Fuente:** Adaptado a IBM SPSS

**Interpretación:** Según la tabla 30 se verifica que considerando la muestra patrón(MP) del 0%+0%(0.5250)(severo) se destaca una disminución de pérdida por inmersión al realizar las adiciones del 0%+30%(0.3375) y 0%+60%(0.3000) ambos (moderado bajo) de MPT, se destaca una mayor reducción de pérdida por inmersión con 0%+90%(0.18750)(leve) de MPT resultando por tanto un aditivo idóneo el MPT ya que redujo considerablemente la absorción en los adobes. Seguidamente, se interpreta en el tiempo de 24 horas que de acuerdo a la tabla 30 se verifica que considerando la muestra patrón(MP) del 0%+0%(0.925)(severo) se verifica disminución de pérdida por inmersión al realizar las adiciones del 0%+30%(0.57500)(moderado alto) y 0%+60%(0.47500)(moderado bajo) de MPT, se destaca una mayor reducción de pérdida por inmersión con 0%+90%(0.27500)(moderado bajo) de MPT resultando por tanto un aditivo idóneo el MPT ya que redujo considerablemente la absorción en las unidades de adobe.

## V. DISCUSIÓN

### Discusión 1:

En la presente investigación se obtuvieron los valores promedios de la resistencia a la compresión ( $f'_b$ ), para la muestra patrón(MP) (+0%)(15.32 kg/cm<sup>2</sup>) en las dosificaciones con adición de MPT del (+30%)(26.91 kg/cm<sup>2</sup>), con adición de MPT del (+60%)(24.13 kg/cm<sup>2</sup>) y finalmente, con adición de MPT del (+90%)(21.19 kg/cm<sup>2</sup>) respectivamente. Al respecto, Nieto y Tello (2019), obtuvieron los valores promedio para la MP del (18.83 kg/cm<sup>2</sup>) y con adición de MPT (21.32, 23.30 y 25.20 kg/cm<sup>2</sup>) al adicionar dosificaciones en porcentajes de 13%, 18.0% y 20.5%. Finalmente, Romero (2020), obtuvo para la MP (8.90 kg/cm<sup>2</sup>), con adición de ST de (15.13, 15.88 y 17.44 kg/cm<sup>2</sup>) en tiempo de secado de 7, 14 y 18 días. Por lo tanto; concuerdo con los valores promedios obtenidos en este estudio por ser semejantes al autor Nieto y Tello, superiores al autor Romero y a la resistencia mínima que exige la norma E.080 (diseño, construcción, reparación y reforzamiento de edificaciones de tierra reforzada), lográndose cumplir con el objetivo.

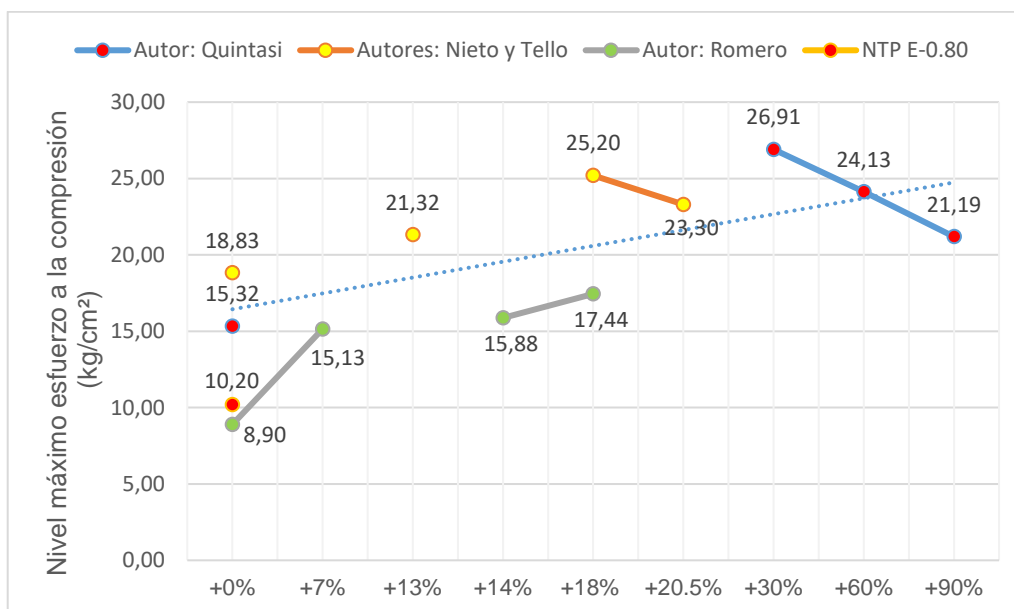


Figura 33. Gráfico promedio máximo esfuerzo a la compresión ( $f'_b$ )

Fuente: Autoría propia

## Discusión 2:

En la presente investigación se obtuvieron los valores promedios de la resistencia a flexión ( $M_r$ ), para la muestra patrón(MP) (+0%)(20,16 kg/cm<sup>2</sup>) en las dosificaciones con adición de MPT en porcentajes de (+30%)(32,98 kg/cm<sup>2</sup>), con adición de MPT del (+60%)(29,67 kg/cm<sup>2</sup>) y finalmente, con adición de MPT del (+90%)(25,52 kg/cm<sup>2</sup>) respectivamente. Al respecto, Nieto y Tello (2019), obtuvieron el valor promedio de la MP (17,58 kg/cm<sup>2</sup>) y con adición de MPT de (17,60, 17,61 y 17,62 kg/cm<sup>2</sup>) al adicionar dosificaciones de MPT en porcentajes de 13,0%, 18,0% y 20,5% resultante del ensayo de resistencia a la flexión con el módulo de rotura. Por lo tanto; concuerdo que los valores promedios obtenidos en la presente investigación son superiores al autor Nieto y Tello y a la resistencia mínima que requiere la norma E.080 (diseño, construcción, reparación y reforzamiento de edificaciones de tierra reforzada), lográndose cumplir con el objetivo.

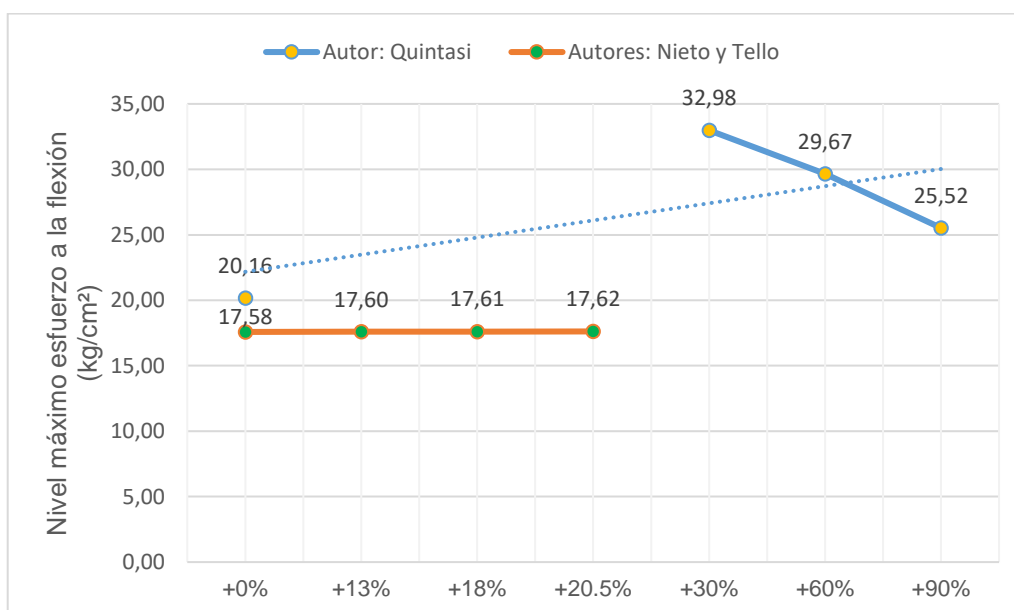


Figura 34. Gráfico promedio máximo esfuerzo a la flexión ( $M_r$ )

Fuente: Autoría propia

### Discusión 3:

En este estudio se alcanzaron los valores promedios de la resistencia a absorción, para la muestra patrón(MP) (+0%)(6.71%) en las dosificaciones de adición con MPT en porcentajes del (+30%)(28,09%), con adición de MPT del (+60%)(30,85%) y finalmente, con adición de MPT del (+90%)(30,22%) respectivamente. Al respecto, Baldoceda (2019), obtuvo para la MP (0,0%), con adición de MPT del (7,53%, 3,98% y 1,37%%) en porcentajes de 5,0%, 7,0% y 9%, Además, Nieto y Tello (2019), obtuvieron para la MP (0,0%), con adición de MPT del (11,04%, 11,43% y 10,99%) en porcentajes de (13,0%, 18,0% y 20,5%). Finalmente, Romero (2020), obtuvo para la MPT (0,0%), con adición de savia de tuna(ST) (32,95% 27,77% y 24,14%%) con adicionamiento de ST en secado de (7, 14 y 18 días). Por lo tanto; se concuerda que los valores promedio obtenidos en la presente investigación son similares al autor Romero, mientras tanto, con los autores Baldoceda, Nieto y Tello son superiores, logrando cumplirse el objetivo.

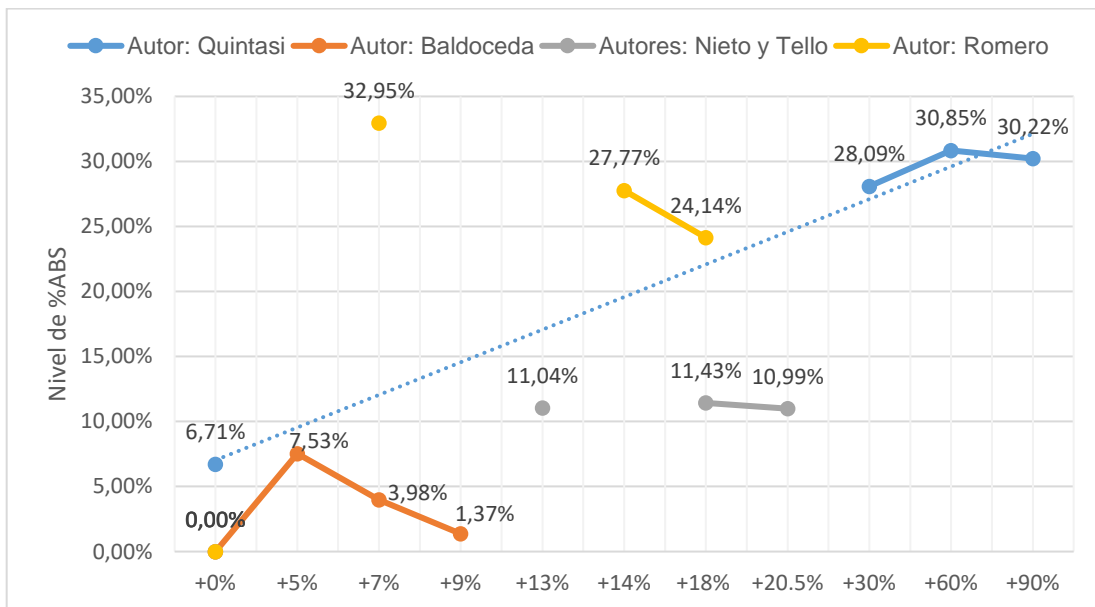


Figura 35. Gráfico promedio de resistencia a la absorción

Fuente: Autoría propia

#### Discusión 4:

En la presente investigación se obtuvieron las calificaciones según a sus características determinadas por tres evaluadores a una inmersión de un periodo de tiempo de 1 hora y 24 horas. Los valores promedios obtenidos en 1hr para la muestra patrón (MP)(0,529%), con adición de MPT (0,367%, 0,2960% y 0,171%) en las dosificaciones del +30%, 60% y 90%). Además, en el tiempo de 24hr se obtuvo para la MP (0,921%), con adición de MPT (0,592%, 0,492% y 0,263%) en las dosificaciones del +30%, 60% y 90%), con los valores obtenidos se determinó según a escala de pérdida de masa(EPM) para la MP(Severo), con adición de MPT del (+30%, +60% y +90%)(moderado bajo y alto) respectivamente. Al respecto, Nieto y Tello (2019), con el apoyo de la evaluación de dos expertos alcanzaron a determinar daños para la MP (severo) y para las dosificaciones del 13,0%, 18,0% y 20,5% presentaron daño (leve y moderado). Por lo tanto; se concuerda que los resultados alcanzados por pérdida de masa de la unidad de adobe en la presente investigación, son similares a los autores Nieto y Tello en relación al ensayo de inmersión, lográndose cumplir con el objetivo.

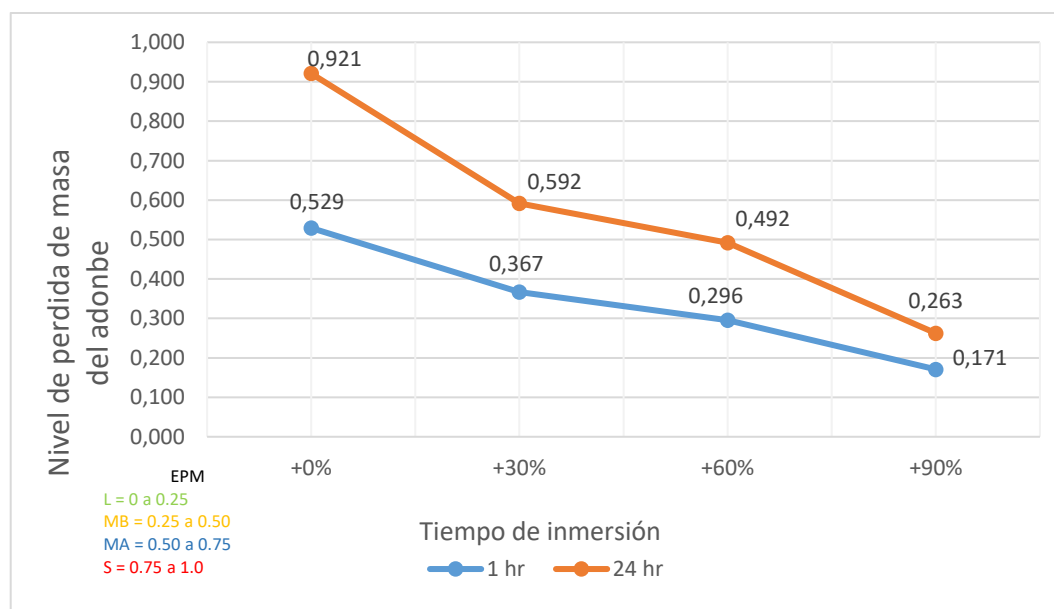


Figura 36. Gráfico promedio de pérdida de masa del adobe

Fuente: Autoría propia

## **VI. CONCLUSIONES**

### **Conclusión 1:**

Al adicionar porcentajes de (+30%, +60% y +90%) de MPT como aditivo natural considerando la muestra patrón(MP) del +0%, se destaca una variación importante al realizar las adiciones del (+30%)(26,91 kg/cm<sup>2</sup>) de MPT, también se verificó incrementos con las adiciones del (+60%)(24,13 kg/cm<sup>2</sup>) y (+90%)(21,19 kg/cm<sup>2</sup>) de MPT. Por lo tanto; se concluye que se obtiene una mayor resistencia a la compresión ( $f_b$ ) con la adición de porcentaje del +30% de MPT.

### **Conclusión 2:**

Al agregar porcentajes de (+30%, +60% y +90%) de MPT como aditivo natural considerando la muestra patrón(MP) del +0%, se destaca un incremento añadiendo (+30%)(32,98 kg/cm<sup>2</sup>) de MPT, esto se ve referenciado también en el incremento de resistencia brindado por (+60%)(29,67 kg/cm<sup>2</sup>) y (+90%)(25,52 kg/cm<sup>2</sup>) con MPT. Por lo tanto; se concluye que el valor representado del +30% de adición de MPT es significativo, lo cual conlleva su utilización en la resistencia a flexión ( $M_r$ ).

### **Conclusión 3:**

Al añadir porcentajes de (+30%, +60% y +90%) de MPT como aditivo natural considerando la muestra patrón(MP) del +0%, se confirma un incremento con la adición del (+60%)(30,85%) de MPT, esto se ve referenciado también en el incremento con las dosificaciones del (+30%)(28,09%) y (+90%)(30,22%) de MPT. Por lo tanto; se concluye que se obtiene una mayor resistencia a la absorción al adicionar el porcentaje del +60% de MPT.

### **Conclusión 4:**

Al adicionar MPT se reduce considerablemente la pérdida de masa de las unidades de adobe al estar inmersos durante periodos de tiempo de 1 y 24 horas. La MP llega a desintegrarse un 93%, además, en algunos adobes al practicar presión con los dedos en una zona explícita estos quedaban marcados. Se concluye que con porcentajes del (+30%, +60% y +90%) de MPT se alcanza una mayor resistencia a la impermeabilidad de la unidad de adobe.

## **VII. RECOMENDACIONES**

### **Recomendación 1:**

Se recomienda que para alcanzar una mayor resistencia a compresión ( $f'_b$ ) y resistencia a flexión ( $M_r$ ) se deben dejar secar las unidades de adobes a un periodo de tiempo de 45 días para la adición con MPT del +60%, y para la adición con +90% de MPT 60 días naturales, estos tiempos que se proyectan mejorará el retardo del secado del adobe ya que a mayor porcentaje de MPT más tiempo se requiere.

### **Recomendación 2:**

Se recomienda que para llevar a cabo los ensayos mecánicos y físicos se debe tener en cuenta la calidad de los materiales ya que estos definirán que los resultados sean favorables, por otro lado, el secado del adobe con cubiertas temporales es fundamental para evitar grietas considerables sobre todo ante un factor variado climatológico como es la ciudad del Cusco.

### **Recomendación 3:**

Se recomienda que el MPT se haga reposar en agua durante un periodo de tiempo mínimo de 25 días, ya que a más tiempo de reposo se alcanza mayor viscosidad y densidad. Además, se debe tener en cuenta que mejora su viscosidad y densidad cuando se consigue licuar antes de ser utilizado como aditivo natural.

### **Recomendación 4:**

Se recomienda que para futuras investigaciones se tome en cuenta otros tipos de agregados naturales de mucílago como son: waraco, gigante y cabuya, que son cactus y plantas que se reproducen en todo el territorio nacional, asimismo, puede reemplazarse la paja por la viruta de eucalipto todo ello aprovechando que la planta predomina en la ciudad del Cusco.



## REFERENCIAS

- Acidity changes and pH-buffering capacity of nopalitos (Opuntia spp.)*. CORRALES-GARCÍA, Joel, y otros. 2004. N° 2 - págs. 169-174, México : Postharvest Biology and Technology, 2004, Vol. 32. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925521403002394>
- Alternative building bricks using dredged soil and ETP sludge*. MOLLA SHAKIRUL, Islam, Ms RAZIA, Begum y Eng. ABDUS, Salam. 2015. N° 9 Págs. 761-769, Darus-Salam 120/3, Mirpur, Dhaka-1216, Bangladés : International Journal of Innovative Science, Engineering and Technology, 2015, Vol. 2. ISSN 2348 – 7968. <https://www.ijiset.com/>
- Antioxidants into Nopal (Opuntia ficus-indica), Important Inhibitors of Free Radicals' Formation*. CASTAÑEDA-ARRIAGA, Romina, y otros. 2021. N° 12 , México : Academic Editor: Stanley Omaye, 2021, Vol. 10. ISSN: 20763921. <https://doi.org/10.3390/antiox10122006>
- AQUINO, Yuriko. 2019. puntoedu.pucp.edu.pe. [En línea] El inicio de los adobes, 17 de Mayo de 2019. [Citado el: 15 de Mayo de 2022.] <https://puntoedu.pucp.edu.pe/noticia/el-inicio-de-los-adobes/>.
- ARIAS GONZALES, José Luis. 2020. *Métodos de Investigación Online (Herramientas digitales para recolectar datos)*. Arequipa, Perú : Arias Gonzales, José Luis - 1° Edición digital , 2020. ISBN: 978-612-00-5506-9. <https://www.cienciaysociedad.org>
- ARIAS GONZALES, José Luis. 2020. *Proyecto de Tesis - Guía para la elaboración*. Arequipa, Perú : Arias Gonzales, José Luis - 1° Edición digital, 2020. ISBN: 978-612-00-5416-1. <https://www.agogocursos.com>
- AVILA BOYAS, Esmeralda, GUERRERO BACA, Luis Fernando y TEPALE GAMBOA, Blas Antonio. 2020. Recubrimientos de tierra estabilizada y su comportamiento ante efectos del agua. [aut. libro] Innias Miguel CÁRDENAS y Astrid Matilde PORTILLO RODRIGUEZ. *XV CIATTI 2018. Congreso Internacional de Arquitectura de Tierra, Tradición e Innovación*. Cúcuta (Colombia) : p. 63-76, 2020. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7901535>

- BALDOCEDA ALLCA, Viridiana Stéfany. 2019. *Aplicación de la savia de nopal como impermeabilizador en construcciones de adobe en el barrio Cecilio Limaymanta de Tarma – Junín*. Tarma, Perú : Universidad Católica Sedes Sapientiae, Facultad de Ingeniería, 2019. <https://hdl.handle.net/20.500.14095/733>
- Bloque de tierra comprimida como material constructivo*. ARTEAGA MEDINA, Karen Tatiana, MEDINA, Óscar Humberto y GUTIÉRREZ JUNCO, Óscar Javier. 2011. N° 31 págs. 55-68, Tunja, Colombia : Facultad de Ingeniería, 2011, Vol. 20. ISSN: 0121-1129. <https://www.redalyc.org/pdf/4139/413940770005.pdf>
- Cactus stem (Opuntia ficus-indica Mill): anatomy, physiology and chemical composition with emphasis on its biofunctional properties*. VENTURA-AGUILAR, Rosa Isela, y otros. 2017. N° 15 - págs. 5065-5073, México : Journal of the Science of Food and Agriculture, 2017, Vol. 97. ISSN: 00225142. 10.1002/jsfa.8493. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28631306/>
- CARAZAS AEDO, Wilfredo. 2001. L'Habitat urbain populaire en terre à Cusco, Pérou. *unesdoc.unesco.org*. [En línea] 2001. [Citado el: 16 de Mayo de 2022.] <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000122941>. SHS.2000/WS/8.
- Composition and properties of Opuntia ficus-indica mucilage*. TRACHTENBERG, Shlomo y MAYER, Alfred M. 1981. N° 12 págs. 2665-2668, Jerusalem, Israel : Phytochemistry, 1981, Vol. 20. 0031-9422/81/122665-04. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(81\)85263-6](https://doi.org/10.1016/0031-9422(81)85263-6)
- CORDERO, Dr. Tulio. 2015. *iseptuc.blogspot.com*. *Cuadro de operacionalización de las variables*. [En línea] 24 de Enero de 2015. [Citado el: 30 de Mayo de 2022.] <https://iseptuc.blogspot.com/2015/01/cuadro-de-operacionalizacion-de-las.html>.
- DE LA FUENTE LAVALLE, I. Eduardo. 1995. *Suelo-cemento: sus usos, propiedades y aplicaciones*. México : Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 1995. <https://es.scribd.com/document/258381346/Suelo-Cemento-Usos-Propiedades-y-Aplicaciones>

*Determinación del uso del mucílago de nopal en la construcción de la época colonial (caso Convento de San Diego)*. SILVA CASCANTE, Angel Vicente, VÁSQUEZ MORA, Carlos Andrés y URÍA CEVALLOS, Guadalupe del Rosario. 2020. N° 2 págs. 95-119, Quito - Ecuador : Project, Design And Management, 2020, Vol. 2. ISSN-e 2683-1597. <https://www.mlsjournals.com/Project-Design-Management/article/view/433>

Dirección Nacional de Construcción, del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2010. *Edificaciones Antisísmicas de Adobe - Manual de Construcción*. Lima, Perú : Ministerio de Vivienda y Construcción, 2010. <https://www.gob.pe/vivienda>

EDMONDS, W. Alex y D. KENNEDY, Thomas. 2017. *An Applied Guide to Research Designs - Quantitative, Qualitative, and Mixed Methods*. Los Angeles | London | New Delhi | Singapore | Washington DC | Melbourne : SAGE Publications, Inc.- Second Edition, 2017. ISBN: 9781483317274. <https://methods.sagepub.com/book/an-applied-guide-to-research-designs-2e>

ESCUADERO SÁNCHEZ, Carlos Leonel y CORTEZ SUÁREZ, Liliana Alexandra. 2018. *Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica*. Machala - Ecuador : Editorial UTMACH, - 1° Edición 2018, 2018. ISBN: 978-9942-24-092-7. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/12501>

Gerencia Regional Agraria la Libertad,. 2009. *Manuel de Cultivo de Tuna (Opuntia ficus índica)*. La Libertad, Trujillo, Perú : Gerencia Regional Agraria La Libertad, 2009. <http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20TECNICO%20DE%20TUNA.pdf>

GreenFacts (Facts on Health and the Environment. 2022. <https://www.greenfacts.org/>. [En línea] Definition of density, 05 de ABRIL de 2022. [Citado el: 03 de JUNIO de 2022.] <https://www.greenfacts.org/glossary/def/density.htm>.

GUTIÉRREZ ABANTO, Jony Charly. 2013. *Manual de Laboratorio de Mecánica de Suelos*. Lima, Perú : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2013.

Referencia Normativa: ASTM D-2216-08 / NTP 339.127.  
<https://es.scribd.com/document/241548412/Guia-de-Laboratorios-MSUPC>

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto y MENDOZA TORRES, Christian Paulina. 2018. *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México : McGRAW-Hill Interamericana Editores, S.A. de C. V., 2018. ISBN: 978-1-4562-6096-5.

ICG, Instituto de la Construcción y Gerencia. 2010. *"Materiales de Construcción"*. Lima, Perú : FONDO EDITORIAL ICG 2da. Edición, 2010.  
[https://tienda.construccion.org/producto/materiales\\_de\\_construccion\\_\\_2da](https://tienda.construccion.org/producto/materiales_de_construccion__2da)

*Isolation and structural characterization of protopectin from the skin of Opuntia ficus-indica prickly pear fruits*. HABIBI, Youssef, MAHROUZ, MOSTAFA y M.R., Vignon. 2005. N° 2 - pags. 205-213, France : Carbohydrate Polymers, 2005, Vol. 60. <https://www.elsevier.com/locate/carbpol>

KLEES , Delia R y NATALINI, Mario B. 2014. Fabricación de Componentes Modulares para la Construcción de Viviendas de Bajo Costo Utilizando Suelo-Cemento. [En línea] 2014. [Citado el: 26 de Mayo de 2022.]  
<https://studylib.es/doc/8705903/fabricaci%C3%B3n-de-componentes-modulares-para-la-construcci%C3%B3n-de>.

*Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte*. ESPINOZA FREIRE, Eudaldo Enrique. 2019. N° 69 págs. 171-180, Machala - Ecuador : Revista Conrado, 2019, Vol. 15. ISSN: 1990-8644.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1990-86442019000400171#B1](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000400171#B1)

LEAVY, Patricia. 2017. *Quantitative, Qualitative, Mixed Methods, Arts-Based, and Community-Based Participatory Research Approaches*. New York London : Research Desing, 2017. ISBN 978-1-4625-1438-0.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/fcsr.12276>

Ministerio de Transporte y Comunicaciones,. 2016. *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES - MTC E 107*. Lima, Perú : Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI, 2016. Referencia Normativa: ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.

[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)

Ministerio de Transporte y Comunicaciones,. 2016. *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES - MTC E 111*. Lima, Perú : Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI, 2016. Referencia Normativa: NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos. [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. 2016. *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES - MTC E 110*. Lima, Perú : Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI, 2016. Referencia Normativa: NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.. [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)

Ministerio de Transporte y Comunicaciones.,. 1999. *Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo: MTC: E108-1999* -. Lima, Perú : Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI, 1999. Referencia Normativa: NTP 339.127. <https://es.scribd.com/doc/213648347/NTP-339-127-Contenido-de-Humedad>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento,. 2017. *NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA*. Lima, Perú : Normas Legales - El Peruano, 2017. Referencia Normativa: Reglamento Nacional de Edificaciones. <http://www.vivienda.gob.pe/dnc>

*Natural additive (nopal mucilage) on the electrochemical properties of concrete reinforcing steel*. DÍAS-BLANCO, Y, y otros. 2019. N° 3 págs 260-276, Cuernavaca, México. : Revista ALCONPAT, 2019, Vol. 9. ISSN 2007-6835. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-68352019000300260&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-68352019000300260&script=sci_arttext)

- NIETO PALOMINO, Lucero Antuhane y TELLO PEREZ, Edna Florencia. 2019. *Adobe estabilizado con mucílago de penca de tuna, resistentes al contacto con el agua para la construcción de viviendas populares empleados en la sierra del Perú*. Lima, Perú : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019. <http://hdl.handle.net/10757/628256>
- Nopal mucilage as hydration agent for quicklime; extraction methods*. PÉREZ RAMOS, Angélica, y otros. 2017. págs. 189-195, 2017, Vol. 11. ISSN-e 1989-8568. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6053529>
- Norma ASTM D-2216-08,. 2010. *Moisture content*. EE.UU : ASTM, 2010. <https://es.scribd.com/document/246727682/Astm-d2216>
- Norma ASTM Designation C78-02,. 2002. *Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)*. EE.UU : ASTM Designation, 2002. <https://es.scribd.com/doc/187747328/ASTM-C78>
- Norma Técnica Peruana - NTP 399.604,. 2002. *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto*. Lima, Perú : Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI, 2002. <https://es.scribd.com/document/351903031/Norma-Tecnica-Peruana-Ntp-399-604-2002>
- Norma Técnica Peruana - NTP 399.613,. 2005. *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usado en albañilería*. Lima, Perú : Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI, 2005. <https://es.scribd.com/document/287179871/NTP-399-613-pdf>
- Opuntia spp mucilage's: a functional component with industrial perspectives*. SÁENZ, Carmen, SEPÚLVEDA, Elena y MATSUHIRO, Betty. 2004. N° 3 págs, 275-290, Santiago - Chile : Journal of Arid Environments, 2004, Vol. 57. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S014019630300106X?via%3Dihub>
- PIMIENTA PRIETO, Julio Herminio y De la Orden Hoz, Arturo. 2017. + *Competencia + Aprendizaje + Vida - Metodología de la Investigación*. México : Pearson Educación de México, S.A. de C.V. 3° Edición, 2017. ISBN: 978-

607-32-3933-2. <https://es.pdfdrive.com/metodolog%C3%ADa-de-la-investigaci%C3%B3n-competencia-aprendizaje-vida-e158521476.html>

PINZÓN ORJUELA, Jorge Luis y BENÍTEZ URREGO, Angie Katherine. 2018. *Desarrollo de recubrimiento natural (Nopal) para Fachadas en viviendas en adobe de la Candelaria*. Bogotá D.C. Colombia : Universidad La Gran Colombia, 2018. <http://hdl.handle.net/11396/3368>

*Potencial de mucilagem do cacto xique-xique como tratamento superficial para blocos de terra comprimida*. QUEIROGA DA NÓBREGA, Ana Beatriz Egypto y BRAZ DE MELO, Aluísio. 2021. N° 3 págs. 159-176, João Pessoa – PB - Brasil : Ambiente Construído, Porto Alegre, 2021, Vol. 21. ISSN: 1687-8621. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212021000300544>

*Propiedades físicas del mucílago de nopal*. VARGAS-RODRÍGUEZ, Lorena, y otros. 2016. N° 1 págs. 8-11, Guanajuato, México : Acta Universitaria, 2016, Vol. 26. ISSN: 0188-6266. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41648312002>

*Rheology and aggregation of cactus (Opuntia ficus-indica) mucilage in solution*. CARDENAS, Adriana, HIGUERA-CIAPARA, I y GOYCOOLEA M, Franciso. 1997. págs. 152-159, s.l. : Journal of the Professional Association for cactus development, 1997, Vol. 2. <https://jpacd.net/jpacd/article/view/181>.

ROMERO YANZAPANTA, Andrés Paul. 2020. *Uso de cemento y savia de tuna como alternativas de revestimiento en muros de adobe para el mejoramiento de sus propiedades hidrófugas*. Ambato – Ecuador : Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil, 2020. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/30645>

S. BORDENS, Kenneth y BARRINGTON ABBOTT, Bruce. 2018. *Research Design and Methods A Process Approach*. New York : McGraw-Hill Education - Tenth Edition, 2018. ISBN 978-1-259-84474-4. <https://www.pdfdrive.com/research-design-quantitative-qualitative-mixed-methods-arts-based-and-community-based-participatory-research-approaches-e187661181.html>

*Study of the Properties of the Echerhirhu-Block Made with Opuntia ficus Mucilage for Use in the Construction Industry*. GUILLEN APARICIO, Javier, y otros.

2019. Morelia, Michoacán, México : Elsevier Ltd., 2019. ISSB: 2214-5095.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509518302109?via%3Dihub>

*Suelo y tierra: Pautas para la vida*. Ecofronteras. 2015. N° 55 págs 2-5, México :  
Revista cuatrimestral de divulgación de la ciencia - ECOFRONTERAS, 2015,  
Vol. 19. ISSN 2007-4549.  
<https://revistas.ecosur.mx/ecofronteras/index.php/eco/article/view/1597>

*Técnicas e instrumentos de recolección de datos*. HERNÁNDEZ MENDOZA,  
Sandra Luz y DUANA AVILA, Danae. 2020. N° 17 págs. 51-53, México :  
Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA, 2020,  
Vol. 9. ISSN: 2007-4913.  
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/issue/archive>

TEJADA SCHMIDT, Urbano. 2001. *Buena tierra apuntes para el diseño y construcción con adobe. Consideraciones sismorresistentes*. Lima, Perú :  
Centro de Investigación, Documentación y Asesoría Poblacional - CIDAP,  
2001. ISBN: 972-855-01-5. <https://biblio.uarm.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=43716>

UNESCO World Heritage Convention,. 1993. unesco.org. [En línea] Outstanding  
Universal Value, 13 de Diciembre de 1993. [Citado el: 16 de Mayo de 2022.]  
<http://whc.unesco.org/en/list/192>. Editions Gelbart.

*Validez y confiabilidad del instrumento determinante humano en la implementación del currículo de educación física*. POSSO PACHECO, Richard Jacobo y LORENZO BERTHEAU, Edda. 2020. N° 3 págs. 205-223, Quito - Ecuador :  
Revista Eduacare- Segunda nueva Etapa 2.0, 2020, Vol. 24. ISSN: 2244-7296. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/23885>



## **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

**Título:** Adición de mucílago de penca de tuna como aditivo natural para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022

**Autor:** Bach. Quintasi Quispe. Jerónimo

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Variable independiente:</b> (Mucílago de penca de tuna)	Según la Gerencia Regional Agraria de la Libertad (2009), la tuna (La Opuntia ficus) es una planta de gran importancia en los sistemas agro-pastoriles de los Andes peruanos. Esta cactácea se encuentra ampliamente distribuida en el país, especialmente en los valles interandinos, donde ha encontrado condiciones adecuadas para su establecimiento (párr. 1).	Las muestras fueron adicionadas con porcentajes de 30%, 60% y 90% de mucílago de penca de tuna como aditivo natural para estabilizar los adobes considerando el volumen de la muestra, Clasificándose en dos dimensiones; porcentaje y material que a su vez se subdividen en cinco indicadores.	Porcentajes	30% 60% 90%	Razón / Intervalo
			Material	Viscosidad – kg/ms. Densidad – kg/m <sup>3</sup>	
<b>Variable dependiente:</b> (Estabilizar unidades de adobe convencional)	Se define en la Norma Técnica E.080 (2017), como adobe al que se le han añadido otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) para mejorar su resistencia a la compresión y su estabilidad en presencia de agua.	Para representar las propiedades mecánicas y físicas de la estabilización de adobes convencionales se aplicaron diversos ensayos de laboratorio con el fin de que se incremente las resistencias mecánicas y físicas mediante los análisis de datos y resultados alcanzados. Clasificándose en dos dimensiones; resistencia mecánica y física que a su vez se subdividen en cuatro indicadores.	Resistencia mecánica	Compresión Kg/cm <sup>2</sup> Flexión Kg/cm <sup>2</sup>	
			Resistencia física	Absorción / % Inmersión / horas	

## Anexo 2. Matriz de consistencia

**Título:** Adición de mucílago de penca de tuna como aditivo natural para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022

**Autor:** Bach. Quintasi Quispe, Jerónimo

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS	MÉTODO
<b>PROBLEMA GENERAL:</b>	<b>OBJETIVO GENERAL:</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL:</b>	<b>Variable independiente:</b> (Mucílago de penca de tuna)	Porcentajes	30% 60% 90%	Balanza	<u>Tipo de investigación:</u> Aplicada  <u>Enfoque de investigación:</u> Cuantitativo-Científico  <u>Diseño de investigación:</u> Experimental - Puro  <u>Nivel de investigación:</u> Explicativo  <u>Población:</u> Conformada por 120 unidades de adobe  <u>Muestra:</u> 96 unidades (agrupados en 24 adobes para 4 ensayos de laboratorio individuales)  <u>Muestreo:</u> No probabilístico intencional
¿De qué manera la adición del mucílago de penca de tuna influye para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022?	Demostrar la influencia de la adición del mucílago de penca de tuna para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022.	La adición de mucílago de penca de tuna influye para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022.		Material	Viscosidad - Kg/ms. Densidad - kg/m <sup>3</sup>	mbar Temperatura 15°	
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS:</b>	<b>Variable dependiente:</b> (Estabilizar unidades de adobe convencional)	Resistencia mecánica	Compresión / Kg/cm <sup>2</sup> Flexión / Kg/cm <sup>2</sup>	RNE. E-080, NTP 399.604, ASTM C-78, NTP. 399.613, AASHTO 1971, SUCS 2487, ASTM D-422, ASTM D-4318	
¿De qué manera la adición del mucílago de penca de tuna influye en la resistencia a la compresión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022?	Calcular la influencia de la adición del mucílago de penca de tuna en la resistencia a la compresión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022.	El mucílago de penca de tuna influye en la resistencia a la compresión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022.					
¿De qué manera la adición del mucílago de penca de tuna influye en la resistencia a la flexión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022?	Analizar la influencia de la adición del mucílago de penca de tuna en la resistencia a la flexión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022.	El mucílago de penca de tuna influye en la resistencia a la flexión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022.					
¿De qué manera la adición del mucílago de penca de tuna influye en la resistencia a la absorción para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022?	Contrastar la influencia de la adición del mucílago de penca de tuna en la resistencia a la absorción para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022.	El mucílago de penca de tuna influye en la resistencia a la absorción para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022.					
¿De qué manera la adición del mucílago de penca de tuna influye en la resistencia a la inmersión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022?	Estimar la influencia de la adición del mucílago de penca de tuna en la resistencia a la inmersión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022.	El mucílago de penca de tuna influye en la resistencia a la inmersión para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022.		Resistencia física	Absorción / % Inmersión / horas		

### Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

UNIVERSIDAD: CÉSAR VALLEJO  
 FACULTAD: INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA: PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



#### FICHA DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Adición de mucílago de penca de tuna como aditivo natural para estabilizar muros de adobes convencional, San Jerónimo, Cusco 2022"

DATOS GENERALES:					
AUTOR:	QUINTASI QUISPE, Jerónimo	ALTITUD:	3,249 m.s.n.m.		
UBICACIÓN:	San Jerónimo	LATITUD:	13°32'41" S		
DISTRITO:	Cusco	LONGITUD:	71°53'2" W		
DEPARTAMENTO:	Cusco	FECHA:	9/07/2022		
ENSAYOS DE CAMPO DEL LADRILLO DE ADOBE					
SELECCIÓN DE LA MUESTRA	M. PATRON	M. 30%	M. 60%	M. 90%	Nota: Se debe considerar los suelos aptos que están permitidos por la norma E-080 R.N.C.
Ensayos preliminares	SI	SI	SI	SI	
Prueba de cinta de barro	SI	SI	SI	SI	
Ensayo de resistencia seca (bolita)	SI	SI	SI	SI	
PREPARACIÓN DE LA MEZCLA PARA LADRILLOS DE ADOBE					
DESCRIPCIÓN	SI	NO			
Zarandeado de la tierra	X				
Mezclado del material	X				
Moldeo del material	X				
Elaboración de adobe (35cm x 20cm x 15cm)	X				
Secado de las unidades de adobe	X				
Almacenamiento bajo cubierta	X				
EXTRACCIÓN DE LA PENCA DE TUNA					
DESCRIPCIÓN	SI	NO			
Extracción de las pencas	X				
Limpieza de las espinas de las pencas	X				
Almacenamiento de las pencas de tuna	X				
Lavado de las pencas de tuna	X				
Trozado de las pencas de tuna	X				
Remojo de las pencas de tuna	X				
Extracción del material viscoso	X				
ENSAYOS DE LABORATORIO					
DESCRIPCIÓN	SI	NO			
Ensayo de análisis granulométrico del suelo	X				
Ensayo de los límites de Atterberg (LL, LP, IP)	X				
Ensayo específico del suelo	X				
Ensayo de contenido de humedad	X				
Ensayo de absorción	X				
Ensayo de Inmersión	X				
Ensayo de compresión	X				
Ensayo de flexión	X				
OBSERVACIONES					
- El remojo de la penca de tuna se realizo en periodo de tiempo de 15 dias calendarios.					
- El ensayo de Inmersión se realizo a un tiempo de 1 hr y 24 hr y el ensayo de absorción a tiempo de 24hs.					
- Según la norma E.080 del RNE se ensayan 6 unidades y se escogen los 4 mejores especimenes.					

Fuente: Autoría propia

### FICHA DE EVALUACIÓN DE PERDIDA DE MASA DEL ADOBE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	"Adición de mucílago de penca de tuna como aditivo natural para estabilizar unidades de adobes convencional, San Jerónimo, Cusco 2022"
---------------------------	--

#### DATOS GENERALES:

AUTOR:	QUINTASI QUISPE, Jerónimo	ALTITUD:	3,249 m.s.n.m.
UBICACIÓN:	San Jerónimo	LATITUD:	13°32'41" S
DISTRITO:	Cusco	LONGITUD:	71°53'2" W
DEPARTAMENTO:	Cusco	FECHA:	18/08/2022

#### EVALUACIÓN DE EXPERTOS: TIEMPO DE INMERSIÓN 1 HORA

ESPÉCIMENES	MUESTRA PATRÓN				ADICIÓN 30%				ADICIÓN 60%				ADICIÓN 90%			
	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
Evaluador - 1	0,55	0,50	0,60	0,50	0,40	0,35	0,40	0,40	0,25	0,25	0,35	0,35	0,20	0,10	0,20	0,20
Evaluador - 2	0,45	0,60	0,55	0,50	0,35	0,40	0,40	0,35	0,30	0,30	0,25	0,30	0,15	0,20	0,15	0,10
Evaluador - 3	0,50	0,55	0,60	0,45	0,30	0,35	0,35	0,35	0,30	0,30	0,35	0,25	0,20	0,15	0,20	0,20

#### EVALUACIÓN DE EXPERTOS: TIEMPO DE INMERSIÓN 24 HORAS

ESPÉCIMENES	MUESTRA PATRÓN				ADICIÓN 30%				ADICIÓN 60%				ADICIÓN 90%			
	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
Evaluador - 1	0,80	0,90	1,00	0,90	0,60	0,55	0,60	0,65	0,50	0,55	0,50	0,45	0,25	0,25	0,20	0,20
Evaluador - 2	0,85	1,00	1,00	0,90	0,65	0,60	0,60	0,55	0,50	0,55	0,50	0,45	0,30	0,30	0,25	0,30
Evaluador - 3	0,80	1,00	0,90	1,00	0,60	0,55	0,55	0,60	0,45	0,50	0,45	0,50	0,30	0,25	0,30	0,25

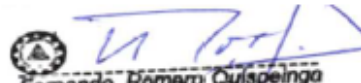
#### EVALUACIÓN DE EXPERTOS: TIEMPO DE INMERSIÓN 24 HORAS

EVALUADOR 1
Apellidos: HUACAC HUACAC
Nombres: RILDO
Profesión: INGENIERO CIVIL
CIP N°: 272284
Contacto: 984 184 043

EVALUADOR 2
Apellidos: ROMERO QUISPEINGA
Nombres: FERNANDO
Profesión: INGENIERO CIVIL
CIP N°: 179019
Contacto: 981 362 733



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
 Ing. Rildo Huacac Huacac  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 272284



Fernando Romero Quispeinga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 179019

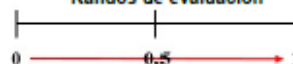
EVALUADOR 3
Apellidos: HUAHUALUQUE VALDEZ
Nombres: SERGIO ROGER
Profesión: INGENIERO CIVIL
CIP N°: 268334
Contacto: 947 671 832

EVALUADOR 4
Apellidos:
Nombres:
Profesión:
CIP N°:
Contacto:



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
 Ing. Sergio Roger Huahualuque Valdez  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 268334

#### Rangos de evaluación



0 a 0,25	Leve
0,25 a 0,50	Moderado medio
0,50 a 0,75	Moderado alto
0,75 a 1,0	Severo

Fuente: Autoría propia

## Anexo 4. Validez

### VALIDACION DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Yo, Ing. GORKI FEDERICO ASCUE SALAS con CIP N° 83450, como profesional en ingeniería civil, por medio de este documento, hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

**“Adición de mucílago de penca de tuna como aditivo natural para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022”**

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

DESCRIPCIÓN	DEFICIENTE	ACEPTABLE	EXCELENTE
Congruencia de indicadores			X
Viabilidad de instrumentos		X	
Confiability del instrumento		X	
Esta formulado con lenguaje adecuado y específico			X
Expresa el alcance de la investigación		X	
Contribuye al avance de la ciencia, tecnología y desarrollo sostenible		X	

Cusco, 15 de JULIO, del 2022.



*Gorki Federico Ascue Salas*  
INGENIERO CIVIL - CIP. 83450

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS						
Título de Tesis: "Adición de mucilago de penca de tuna como aditivo natural para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022"						
Apellidos y nombres del investigador: Quintasi, Quispe, Jerónimo						
Apellidos y nombres del Experto: Ing. <u>GORKI FEDERICO ASCUE SALAS</u>						
ASPECTOS POR EVALUAR				OPINIÓN DEL EXPERTO		
VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
Independiente: Mucilago de penca de tuna.	Porcentajes	(30%, 60% y 90%)	Balanza	X		
	Material	(Viscosidad y Densidad)	Ensayo de laboratorio	X		
Dependiente: Estabilizar unidades de adobe convencional	Resistencia Mecánica	Ensayo a compresión Kg/cm2	N.T.P. 339.604	X		
		Ensayo a flexión Kg/cm2	ASTM C - 78	X		
	Resistencia física	Absorción	N.T.P. 339.613	X		
		Inmersión	Tiempo: 1 a 24 horas	X		

Cusco, 15 de Julio, del 2022



*Gorki Federico Ascue Salas*  
INGENIERO CIVIL - C.I.P. 83450

## VALIDACION DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Yo, Ing. MADDAZ CUTIPA, ANDRÉS CIO con CIP N° 41504, como profesional en ingeniería civil, por medio de este documento, hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

**“Adición de mucílago de penca de tuna como aditivo natural para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022”**

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

DESCRIPCIÓN	DEFICIENTE	ACEPTABLE	EXCELENTE
Congruencia de indicadores		X	
Viabilidad de instrumentos		X	
Confiability del instrumento			X
Esta formulado con lenguaje adecuado y específico			X
Expresa el alcance de la investigación			X
Contribuye al avance de la ciencia, tecnología y desarrollo sostenible		X	

Cusco, 04 de JULIO, del 2022.



Ambrosio Mamani Cutipa  
INGENIERO CIVIL  
41504



MATRIZ DE VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS						
<b>Título de Tesis:</b> "Adición de mucílago de penca de tuna como aditivo natural para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022"						
<b>Apellidos y nombres del investigador:</b> Quintasi, Quispe, Jerónimo						
<b>Apellidos y nombres del Experto:</b> Ing. <u>ERIBERTO CUTIPA, SOTOLONGO</u>						
ASPECTOS POR EVALUAR				OPINIÓN DEL EXPERTO		
VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
Independiente: Mucílago de penca de tuna.	Porcentajes	(30%, 60% y 90%)	Balanza	✓		
	Material	(Viscosidad y Densidad)	Ensayo de laboratorio	✓		
Dependiente: Estabilizar unidades de adobe convencional	Resistencia Mecánica	Ensayo a compresión Kg/cm <sup>2</sup>	N.T.P. 339.604	✓		
		Ensayo a flexión Kg/cm <sup>2</sup>	ASTM C - 78	✓		
	Resistencia física	Absorción	N.T.P. 339.613	✓		
		Inmersión	Tiempo: 1 a 24 horas	✓		

Cusco, 04 de JULIO, del 2022



Eriberto Cutipa

## VALIDACION DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Yo, Ing. Wilbert Henry Dueñas Perea con CIP N° 71552, como profesional en ingeniería civil, por medio de este documento, hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

### **“Adición de mucílago de penca de tuna como aditivo natural para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022”**

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

DESCRIPCIÓN	DEFICIENTE	ACEPTABLE	EXCELENTE
Congruencia de indicadores		Si cumple.	
Viabilidad de instrumentos			Si cumple.
Confiable del instrumento			Si cumple.
Esta formulado con lenguaje adecuado y específico		Si cumple.	
Expresa el alcance de la investigación		Si cumple.	
Contribuye al avance de la ciencia, tecnología y desarrollo sostenible			Si cumple.

Cusco, 10 de agosto, del 2022

  
  
Ing. Wilbert Henry Dueñas Perea  
INGENIERO CIVIL  
CIP 71552

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS						
<b>Título de Tesis:</b> "Adición de mucilago de penca de tuna como aditivo natural para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022"						
<b>Apellidos y nombres del investigador:</b> Quintasi, Quispe, Jerónimo						
<b>Apellidos y nombres del Experto:</b> Ing. Wilbert Henry Dueñas Perea						
ASPECTOS POR EVALUAR				OPINIÓN DEL EXPERTO		
VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
<b>Independiente:</b> Mucilago de penca de tuna.	<b>Porcentajes</b>	(30%, 60% y 90%)	Balanza	Si		
	<b>Material</b>	(Viscosidad y Densidad)	Ensayo de laboratorio	Si		
<b>Dependiente:</b> Estabilizar unidades de adobe convencional	<b>Resistencia Mecánica</b>	Ensayo a compresión Kg/cm2	N.T.P. 339.604	Si		
		Ensayo a flexión Kg/cm2	ASTM C - 78	Si		
	<b>Resistencia física</b>	Absorción	N.T.P. 339.613	Si		
		Inmersión	Tiempo: 1 a 24 horas	Si		Revelar por 3 por los lados. 10 minutos.

Cusco, 10 de agosto, del 2022

  
  
 Wilbert Henry Dueñas Perea  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 71557

## Anexo 5. Panel fotográfico



Figura 1: Ensayo de resistencia a la inmersión del adobe (1 y 24 horas)



Figura 2: Ensayo esfuerzo máximo a la compresión (fb)



Figura 3: Rotura del ensayo esfuerzo máximo a la flexión (Mr)



Figura 4: Adobes sumergidos en agua durante 24 horas (ensayo de resistencia a la absorción)



Figura 5: Ensayos preliminares de la calidad del suelo (prueba de resistencia seca -bolita)



Figura 6: Ensayo de Atterberg - Límites de consistencia



Figura 7: Ensayo de contenido de % de humedad del suelo



Figura 8: Elaboración de adobes y secado a la intemperie con cubierta temporal

## Anexo 6. Certificado de ensayo de laboratorio

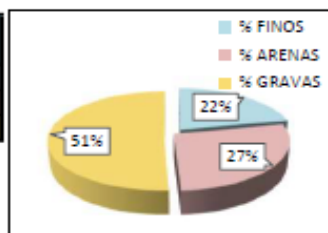
	<b>LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</b> <b>INVERSIONES ASPHALT CUSCO E.I.R.L.</b>
<b>CLASIFICACION DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487 / ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422 / LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318</b>	
<b>Proyecto:</b>	<b>Adición de mucílago de penca de tuna como aditivo natural para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo Cusco 2022</b>
<b>Ubicación:</b>	Comunidad Simapata <span style="margin-left: 150px;">Provincia: Cusco</span> <span style="margin-left: 100px;">Fecha: Julio, 2022</span>
<b>Distrito:</b>	San Jerónimo <span style="margin-left: 150px;">Región: Cusco</span>
<b>Hecho por:</b>	Muestreo interesado
<b>Solicitante:</b>	Bach. Jerónimo Quintasi Quispe

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra inicial	3975,3 gr	Muestra lavada y secada	3975,3 gr	Peso Recipiente.	0,0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%PASA
3"	0,000	0,0	0,0	0,00	100,00
2"	50,800	0,0	0,0	0,00	100,00
1 1/2"	38,100	398,2	398,2	10,02	89,98
1"	25,350	0,0	0,0	0,00	89,98
3/4"	19,250	334,6	334,6	8,42	81,57
1/2"	12,650	524,3	524,3	13,19	68,38
3/8"	9,425	254,5	254,5	6,40	61,98
1/4"	6,350	327,1	327,1	8,23	53,75
N°4	4,750	181,6	181,6	4,57	49,18
N°10	2,000	370,9	370,9	9,33	39,85
N°20	0,850	214,3	214,3	5,39	34,46
N°40	0,425	143,6	143,6	3,61	30,85
N°60	0,300	134,8	134,8	3,39	27,46
N°100	0,150	140,2	140,2	3,53	23,93
N°200	0,075	86,2	86,2	2,17	21,76
Cazuela		28,9	865,1	21,76	0,00
<b>TOTAL</b>		<b>3139,05</b>	<b>3975,25</b>	<b>100,00</b>	

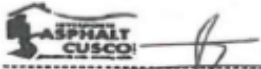
LIMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO			
Muestra	1	2	3
N° de Cáp.	10	16	15
Cap.+ S. Hum.	38,00	37,30	26,68
Cap.+ S. Seco.	36,12	35,46	25,02
Agua	1,88	1,84	1,66
Peso Cáp.	29,60	29,40	19,69
Peso S. seco	6,52	6,06	5,33
% Humedad	28,83	30,36	31,14
N° de golpes	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>21</b>
LÍMITE PLÁSTICO			
Muestra	1	2	3
N° de Cápsula	10	16	15
Caps.+ S. húmedo	10,81	20,99	18,94
Caps.+ S. seco	10,21	20,31	18,53
Agua	0,6	0,68	0,41
Peso Cápsula	7,29	17,24	16,59
Peso S. seco	2,92	3,07	1,94
% Humedad	20,55	22,15	21,13

RESUMEN DE LIMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITE LÍQUIDO	= 30,07 %
LÍMITE PLÁSTICO	= 21,28 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	= 8,79 %

PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS	
% FINOS	21,76%
% ARENAS	27,42%
% GRAVAS	50,82%



CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487	
Pasa tamiz N° 4 (4.75mm)	49,18%
Pasa tamiz N° 200 (0.0075mm)	21,76%
D60	8,686
D30	0,394
D10	NO TIENE
Coefficiente de uniformidad (Cu)	NO TIENE
Coefficiente de curvatura (Cc)	NO TIENE

  
**Ing. EDUARDO ALAIN DEL SOLAR SUERO**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

CONTENIDO DE HUMEDAD			
ENSAYO	M-1	M-2	M-3
Cápsula N°	12	3	
Peso suelo húmedo + cápsula	1881,60	1236,50	
Peso suelo seco + cápsula	1698,00	1125,00	
Peso del agua	183,60	111,50	
Peso de la cápsula	0,000	0,000	
Peso neto del suelo seco	1698,00	1125,00	
% de Humedad	10,81	9,91	

w (%) Promedio = 10,36



**LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS,  
CONCRETO Y ASFALTO  
INVERSIONES ASPHALT CUSCO E.I.R.L.**

**CLASIFICACION DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487 / ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422 / LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318**

**Proyecto:** Adición de mucilago de penca de tuna como aditivo natural para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo Cusco 2022

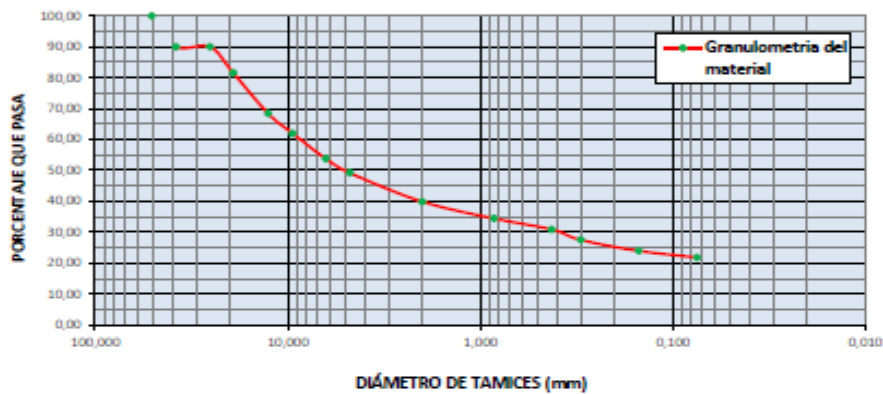
**Ubicación:** Comunidad Simapata **Provincia:** Cusco **Fecha:** Julio, 2022

**Distrito:** San Jerónimo **Región:** Cusco

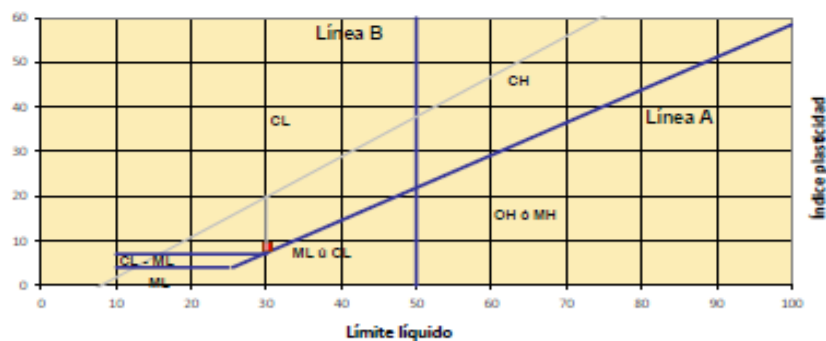
**Hecho por:** Muestreo interesado

**Solicitante:** Bach. Jerónimo Quintasi Quiape

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**ÁBACO DE CASA GRANDE**



<b>CLASIFICACIÓN AASHTO:</b>	A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa	
<b>CLASIFICACIÓN SUCS:</b>	GC	Grava arcillosa con arena GC
<b>OBSERVACIONES:</b>	<b>TIPO DE SUELO:</b>	Grava arcillosa con arena GC
	<b>COLOR:</b>	Pardo oscuro Amarillo (10YR4/6)

  
**Ing. EDUARDO ALAIN DEL SOLAR SUEROS**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS



**LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS, CONCRETO Y  
ASFALTO  
INVERSIONES ASPHALT CUSCO E.I.R.L.**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm<sup>2</sup>) - CANTERA SIMAPATA  
N.T.P. 399.604 - R.N.E. E.080**

**Proyecto:** Adición de mucilago de penca de tuna como aditivo natural para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022

**Ubicación:** Lugar: Comunidad Simapata Provincia: Cusco Fecha: Agosto, 2022  
 Distrito: San Jerónimo Región: Cusco  
**Hecho por:** Muestreo: Interesado  
**Solicitante:** Bach. Jerónimo Quintasi Quispe

Material: Ladrillo de Adobe		Espécimen: Muestra Patrón									
Espécimen	Largo (mm)			Ancho (mm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima		f'b (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom		KN	Pu (kgf)		
Patrón M-1	350	349	350	200	198	199	696	103	10498	15,09	15,32
Patrón M-2	345	348	347	198	197	198	684	103	10521	15,37	
Patrón M-3	350	349	350	199	200	200	697	105	10705	15,35	
Patrón M-4	350	350	350	199	200	200	698	106	10806	15,48	

Material: Ladrillo de Adobe		Espécimen: Adición del 30% de mucilago de tuna									
Espécimen	Largo (mm)			Ancho (mm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima		f'b (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom		KN	Pu (kgf)		
30% M-1	350	349	349	199	197	198	692	184	18785	27,16	26,91
30% M-2	350	350	350	200	199	199	696	178	18200	26,15	
30% M-3	350	350	350	200	200	200	699	185	18875	26,99	
30% M-4	349	349	349	200	198	199	695	186	18975	27,32	

Material: Ladrillo de Adobe		Espécimen: Adición del 60% de mucilago de tuna									
Espécimen	Largo (mm)			Ancho (mm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima		f'b (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom		KN	Pu (kgf)		
60% M-1	348	349	348	199	200	200	695	164	16756	24,12	24,13
60% M-2	350	350	350	199	198	199	695	161	16435	23,66	
60% M-3	348	348	348	198	198	198	689	165	16804	24,39	
60% M-4	350	348	349	198	200	199	695	166	16905	24,34	

  
**ING. EDUAR ALAIN DEL SOLAR SUEROS**  
 CIP 189553  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS



**LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS, CONCRETO Y  
ASFALTO  
INVERSIONES ASPHALT CUSCO E.I.R.L.**

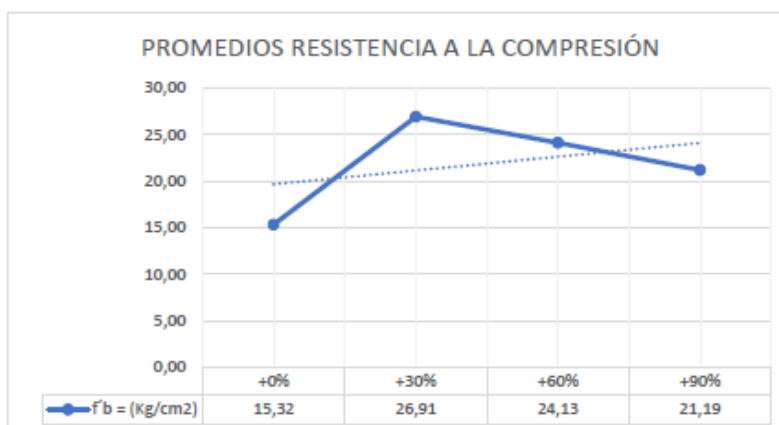
**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm<sup>2</sup>) - CANTERA SIMAPATA  
N.T.P. 399.604 - R.N.E. E.080**

**Proyecto:** Adición de mucilago de penca de tuna como aditivo natural para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022

**Ubicación:** Lugar: Comunidad Simapata Provincia: Cusco Fecha: Agosto, 2022  
 Distrito: San Jerónimo Región: Cusco  
**Hecho por:** Muestreo: Interesado  
**Solicitante:** Bach. Jerónimo Quintasi Quispe

Espécimen	Largo (mm)			Ancho (mm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima		f'b (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom		KN	Pu (kgf)		
90% M-1	349	349	349	199	200	200	696	146	14928	21,44	21,19
90% M-2	350	350	350	200	199	200	698	147	14971	21,44	
90% M-3	350	348	349	198	200	199	693	141	14369	20,73	
90% M-4	349	350	350	198	199	199	694	144	14669	21,14	

RESUMEN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN (f'b)						
Espécimen	Promedio f'b (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación estándar	Coficiente de variación	f'b características (kg/cm <sup>2</sup> )	Según NTP E-080 f'b mínima (kg/cm <sup>2</sup> )	
Patrón	15,32	0,16	0,02	15,16	10,2	CUMPLE
30%	26,91	0,52	0,20	26,38		CUMPLE
60%	24,13	0,33	0,08	23,80		CUMPLE
90%	21,19	0,34	0,08	20,85		CUMPLE



  
**Ing. EDUAR ALAIN DEL SOLAR SUEROS**  
 CIP 189553  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS





**LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS, CONCRETO Y  
ASFALTO  
INVERSIONES ASPHALT CUSCO E.I.R.L.**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN (kg/cm<sup>2</sup>) - CANTERA SIMAPATA - NORMA ASTM C-78**

**Proyecto:** Adición de mucilago de penca de tuna como aditivo natural para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022

**Ubicación:** Lugar: Comunidad Simapata Provincia: Cusco Fecha: Agosto, 2022  
 Distrito: San Jerónimo Región: Cusco  
**Hecho por:** Muestreo: Interesado  
**Solicitante:** Bach. Jerónimo Quintasi Quispe

Material: Ladrillo de Adobe		Espécimen: Muestra Patrón								
Espécimen	Carga máxima		L	Ancho (cm)			Altura (cm)			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
	Kgf	Prom. kgf		B1	B2	B=Prom.	H1	H2	H=Prom.	
Patrón M-1	5715	5640	14,56	19,7	19,0	19,21	15,0	14,5	14,56	20,16
Patrón M-2	5540			19,0	19,5		14,0	15,0		
Patrón M-3	5485			19,5	19,0		14,5	14,5		
Patrón M-4	5820			19,0	19,0		14,0	15,0		

Material: Ladrillo de Adobe		Espécimen: Adición del 30%								
Espécimen	Carga máxima		L	Ancho (cm)			Altura (cm)			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
	Kgf	Prom. kgf		B1	B2	B=Prom.	H1	H2	H=Prom.	
30%	9250	9355	14,63	19,0	20,0	19,39	15,0	15,0	14,63	32,98
30%	9290			19,5	19,5		14,0	15,0		
30%	9485			19,5	19,5		14,0	14,5		
30%	9395			19,2	19,0		14,5	15,0		

Material: Ladrillo de Adobe		Espécimen: Adición del 60%								
Espécimen	Carga máxima		L	Ancho (cm)			Altura (cm)			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
	Kgf	Prom. kgf		B1	B2	B=Prom.	H1	H2	H=Prom.	
60%	8655	8451	14,75	19,5	20,0	19,31	14,5	14,5	14,75	29,67
60%	8005			19,0	19,5		14,5	15,0		
60%	8725			19,0	19,5		15,0	15,0		
60%	8420			19,0	19,0		14,5	15,0		

  
**Ing. EDUAR ALAIN DEL SOLAR SUEROS**  
 CIP 189553  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS



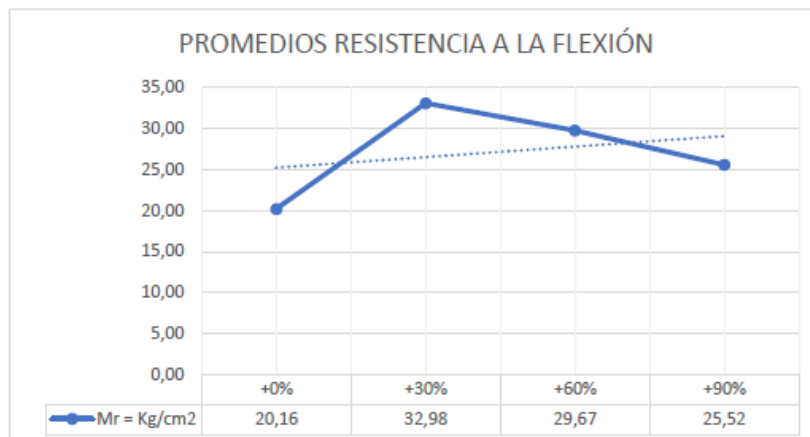
**LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS, CONCRETO Y  
ASFALTO**  
**INVERSIONES ASPHALT CUSCO E.I.R.L.**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN (kg/cm<sup>2</sup>) - CANTERA SIMAPATA - NORMA ASTM C-78**

**Proyecto:** Adición de mucilago de penca de tuna como aditivo natural para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022

**Ubicación:** Lugar: Comunidad Simapata      Provincia: Cusco      Fecha: Agosto, 2022  
 Distrito: San Jerónimo      Región: Cusco  
**Hecho por:** Muestreo: Interesado  
**Solicitante:** Bach. Jerónimo Quintasi Quispe

Material: Ladrillo de Adobe		Espécimen: Adición del 90%								
Espécimen	Carga máxima		L	Ancho (cm)			Altura (cm)			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
	Kgf	Prom. kgf		B1	B2	B=Prom.	H1	H2	H=Prom.	
90%	7155	7294	14,75	19,5	19,0	19,38	15,0	15,0	14,75	25,52
90%	7075			19,0	19,5		15,0	15,0		
90%	7895			19,0	20,0		14,5	15,0		
90%	7050			19,0	20,0		14,0	14,5		



  
**Ing. EDUAR ALAIN DEL SOLAR SUEROS**  
 CIP 189553  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
INVERSIONES ASPHALT CUSCO E.I.R.L.

ENSAYO DE ABSORCIÓN LADRILLO DE ADOBE CANTERA SIMAPATA - N.T.P. 399.613 - E.080 R.N.E.

Proyecto: "Adición de mucilago de penca de tuna como aditivo natural para estabilizar unidades de adobe convencional, San Jerónimo, Cusco 2022"

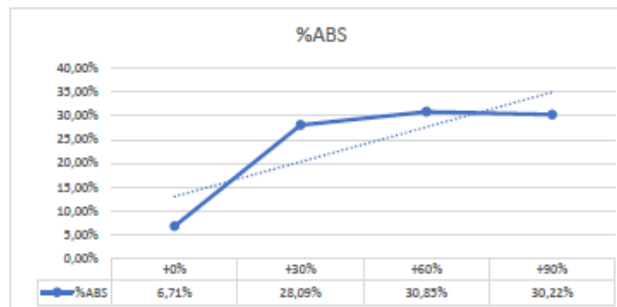
Ubicación: Lugar: Comunidad Simapata Provincia: Cusco Fecha: Agosto, 2022  
 Distrito: San Jerónimo Región: Cusco  
 Hecho por: Muestreo: Interesado  
 Solicitante: Bach. Jerónimo Quintasi Quispe

Especimen: (Muestra Patrón)					
Especimen	Tiempo de inmersión	Peso Seco (gr)	Peso Saturado (gr)	%ABS	%ABS Promedio
M-1	24 horas	16650	17850	7,207%	6,709%
M-2		16530	17600	6,288%	
M-3		16830	17500	3,981%	
M-4		16440	17650	7,360%	

Especimen: (Adición del 30% de mucilago de tuna)					
Especimen	Tiempo de inmersión	Peso Seco (gr.)	Peso Saturado (gr)	%ABS	%ABS Promedio
M-1	24 horas	16650	21290	27,868%	28,087%
M-2		16080	20940	30,224%	
M-3		16480	20990	27,367%	
M-4		16550	21000	26,888%	

Especimen: (Adición del 60% de mucilago de tuna)					
Especimen	Tiempo de inmersión	Peso Seco (gr.)	Peso Saturado (gr)	%ABS	%ABS Promedio
M-1	24 horas	16200	20330	25,494%	30,846%
M-2		14940	20660	38,286%	
M-3		15770	20860	32,276%	
M-4		16100	20500	27,329%	

Especimen: (Adición del 90% de mucilago de tuna)					
Especimen	Tiempo de inmersión	Peso Seco (gr.)	Peso Saturado (gr)	%ABS	%ABS Promedio
M-1	24 horas	14660	19520	33,151%	30,216%
M-2		14940	19320	30,189%	
M-3		15080	19170	27,291%	
M-4		15050	19600	30,233%	





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
**FACULTAD DE CIENCIAS**

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

**INFORME DE ANÁLISIS**

Nº0203-22-LAQ

**SOLICITANTE:** JERONIMO QUINTASI QUISPE  
**PROYECTO T.:** ADICION DE MUCILAGO DE PENCA DE TUNA COMO ADITIVO NATURAL PARA ESTABILIZAR UNIDADES DE ADOBE CONVENCIONAL, SAN JERONIMO CUSCO.  
**MUESTRA :** MUCILAGO DE PENCA DE TUNA  
**FECHA :** C/15/08/2022

**RESULTADO ANALISIS:**

=====  
Densidad g/cc (15°C) 1.055  
Viscosidad mmBar 2.07 x 10<sup>-5</sup>  
=====

FUNDAMENTOS DE FISICOQUIMICO, MARON

Cusco, 18 de Agosto 2022



## Anexo 7. Certificado de calibración equipos de laboratorio

**PyS**  
**EQUIPOS**

LABORATORIO DE METROLOGIA  
**CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 1167 / 20**

FECHA DE EMISIÓN: 2020-07-17  
PÁGINA : 1 de 3

**1. SOLICITANTE** : INVERSIONES ASPHALT CUSCO E.I.R.L.  
**DIRECCIÓN** : Av. Republica de Perú Urb. Los Jardines B-1 Wanchaq - Cusco

**2. EQUIPO** : HORNO ELECTRICO  
**MARCA** : PyS EQUIPOS  
**MODELO** : STHX-1A  
**PROCEDENCIA** : CHINA  
**SERIE** : 13013  
**UBICACIÓN** : LABORATORIO CLIENTE - CUSCO  
**TEMPERATURA DE TRABAJO** : 120 °C

DESCRIPCIÓN	CONTROL	INSTRUMENTO DEL EQUIPO
ALCANCE DE INDICACIÓN	225 °C	(*)
DIV. ESCALA / RESOLUCIÓN	25 °C	(*)
TIPO	DIGITAL	(*)

**3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN**  
La calibración se efectuó el 17 de Julio del 2020, en las instalaciones del laboratorio del cliente

**4. MÉTODO Y PATRÓN DE MEDICIÓN :**  
La calibración se efectuó por comparación con patrones que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, tomando como referencia el Procedimiento de Calibración de Incubadoras y Estufas PC-007 del SNM/INDECOPI.  
Se utilizó un termómetro patrón con Certificado de Calibración N° LT-757-2013 trazable al SNM/INDECOPI.

**5. RESULTADOS :**  
La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:  
Temperatura Ambiental : 15°C      Humedad Relativa : 60%      Presión Ambiental : 1 bar  
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
La incertidumbre de la medición se ha determinado con un factor de cobertura  $k = 2$ , para un nivel de confianza de 95% aproximadamente.

**6. OBSERVACIONES**  
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO" (\*) El equipo solo cuenta con un control analógico de temperatura.  
La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o reglamentos vigentes.  
Los resultados se refieren únicamente al instrumento ensayado en el momento de la calibración y en las condiciones especificadas en este documento. No se realizó ningún tipo de ajuste al equipo antes de la calibración.

  
**Anselmo Cáceres Espinoza**  
Técnico en Metrología



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Telf.: 522 0723 / 485 3872 Rqm: #945 183 033 / #945 181 317 Cel.: 945 182 033 / 945 181 317  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

TEMPERATURA DE TRABAJO : 120 °C													
Tiempo (min)	Temperatura del equipo (°C)	Indicación de termómetros patrones										Temperatura promedio (°C)	Tmax - Tmin
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	120	122.5	122.3	126.2	121.2	119.5	122.0	119.0	129.3	120.5	118.9	122.1	10.4
02	120	124.8	125.2	129.8	123.2	122.4	121.7	133.6	128.2	123.3	121.2	125.3	12.4
04	120	123.9	123.9	125.3	122.1	120.5	122.4	119.2	128.2	120.5	118.4	122.7	9.9
06	120	125.1	125.2	130.0	122.5	121.8	124.9	120.5	130.8	121.3	118.8	124.1	12.0
08	120	125.2	125.2	129.8	122.9	122.2	124.8	120.8	132.7	122.2	120.0	124.8	12.7
10	120	122.9	122.9	126.5	121.1	119.5	121.8	118.8	127.4	120.2	118.5	121.9	8.9
12	120	124.4	124.8	129.8	122.3	121.3	124.0	120.4	130.9	121.8	119.8	123.9	11.1
14	120	122.0	122.1	126.0	120.9	119.3	121.8	118.4	128.4	120.3	118.5	121.8	10.0
16	120	125.5	125.3	130.9	123.0	122.6	126.2	121.7	135.0	123.3	121.0	125.5	14.0
18	120	122.7	123.3	127.3	121.9	120.9	123.4	120.1	130.2	122.0	120.0	123.2	10.2
20	120	122.4	122.8	127.2	121.8	120.9	123.9	120.9	132.7	122.6	120.7	123.6	12.0
22	120	125.0	125.2	130.3	123.1	122.7	125.5	121.8	133.0	123.5	121.2	125.1	11.8
24	120	123.2	123.2	127.1	121.4	119.7	121.8	118.7	128.4	120.5	118.7	122.3	9.7
26	120	124.3	124.3	128.8	122.7	121.8	124.8	121.2	133.0	122.8	121.0	124.5	12.0
28	120	124.1	123.9	128.1	122.1	121.1	123.3	119.9	130.0	121.0	119.3	123.3	10.7
30	120	123.2	123.8	127.3	121.4	120.3	122.2	119.3	128.9	120.4	118.3	122.5	10.6
32	120	123.6	124.0	128.0	121.9	120.8	123.0	119.4	128.7	120.5	119.2	122.9	9.5
34	120	124.8	124.7	129.2	122.4	121.7	124.8	121.9	132.1	122.2	120.0	124.3	12.1
36	120	124.1	124.3	128.7	122.2	121.4	124.3	120.3	131.2	121.8	119.8	123.8	11.6
38	120	122.3	122.4	126.8	120.9	119.0	121.8	118.5	127.3	119.9	118.1	121.7	9.2
40	120	125.3	125.3	130.2	123.0	122.9	125.8	121.8	133.2	123.2	120.8	125.1	12.4
T. PROM.	120	123.8	124.0	128.4	122.1	121.1	123.8	120.7	130.8	121.6	118.8	123.5	
T. MAX.	120	125.5	125.3	130.9	123.2	122.9	126.2	133.6	135.0	123.3	121.2		
T. MIN.	120	122.0	122.1	126.0	120.9	119.3	121.6	118.4	127.3	119.9	118.1		
DTT	8.8	3.8	3.3	4.8	2.3	3.8	4.8	18.2	7.7	3.8	3.1		

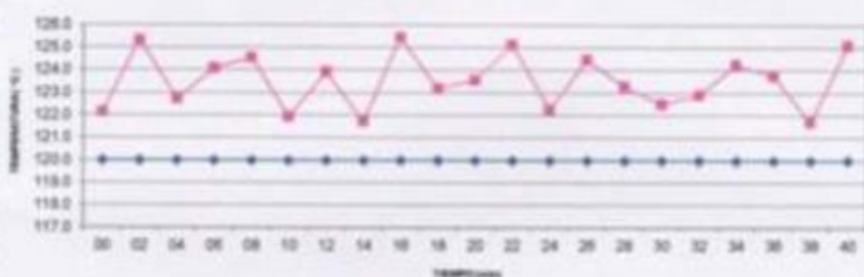
DTT: Diferencia de temperatura (T. Max - T. Min.)

Temperatura Ambiental Promedio : 23.5 °C  
 Tiempo de calibración del equipo : 40 minutos  
 Tiempo de estabilización del equipo : 1 h 20 min

DESVIACIÓN MÁXIMA DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO		INCERTIDUMBRE (± °C)
EN EL TIEMPO (°C)	EN EL ESPACIO (°C)	
18.2	10.8	2.0



#### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: 120 °C



Los termopares 5 y 10 están ubicados sobre el centro de sus respectivos niveles a 1.5 cm por encima de ellos.  
Los demás termopares están ubicados a un cuarto de la longitud de los lados del equipo (en el centro de cada cuadrante) y a 1.5 cm por encima de sus niveles.





LABORATORIO DE  
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD  
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 268-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-10-28

1. SOLICITANTE : INVERSIONES ASPHALT CUSCO E.I.R.L.

DIRECCIÓN : MZA. D LOTE. 1 URB. LOS JARDINES CUSCO –  
WANCHAQ

2. INSTRUMENTO DE  
MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : R31P30

NÚMERO DE SERIE : 8337240269

ALCANCE DE  
INDICACIÓN : 30000 g

DIVISIÓN DE ESCALA  
/ RESOLUCIÓN : 1 g

DIVISIÓN DE  
VERIFICACIÓN (e) : 10 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE  
CALIBRACIÓN : 2021-10-19

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

G & L LABORATORIO 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.

### 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 3ª - ENERO, 2009.

### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE INVERSIONES ASPHALT CUSCO E.I.R.L.  
MZA. D LOTE. 1 URB. LOS JARDINES CUSCO – WANCHAQ

Gilmer Antonio Huamán Quiroma  
Responsable del Laboratorio de Metrología



Teléfono:  
(01) 622 – 5814  
Celular:  
992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo:  
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com  
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C.





5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	20,0 °C	20,2 °C
Humedad Relativa	39 %	39 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M1 / M2)	LM - C - 218 - 2020 CM - 2104 - 2020 CM - 2105 - 2020 CM - 2108 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 30000 g, la balanza indicó 29951 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Temp. (°C)					
	Inicia 20,0			Final 20,0		
	Carga L1= 15,000 g			Carga L2= 30,000 g		
	l(g)	Δl(g)	E(g)	l(g)	Δl(g)	E(g)
1	15,002	0,5	2,0	30,009	0,6	8,9
2	15,002	0,5	2,0	30,009	0,5	9,0
3	15,002	0,5	2,0	30,009	0,5	9,0
4	15,002	0,6	1,9	30,009	0,5	9,0
5	15,002	0,5	2,0	30,009	0,5	9,0
6	15,002	0,5	2,0	30,009	0,6	8,9
7	15,002	0,5	2,0	30,009	0,6	8,9
8	15,002	0,5	2,0	30,009	0,6	8,9
9	15,002	0,5	2,0	30,009	0,5	9,0
10	15,002	0,5	2,0	30,009	0,5	9,0
Error Absoluto Máximo			0,1	0,1		
Error Relativo permitido ±			20 g	± 30 g		





Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de $E_1$				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	$I(g)$	$\Delta I(g)$	$E_0(g)$	Carga (g)	$I(g)$	$\Delta I(g)$	$E_0(g)$	$E_0(g)$
1	10	10	0.5	0.0	10,000	10,002	0.5	2.0	2.0
2		10	0.5	0.0		10,001	0.4	1.1	1.1
3		10	0.5	0.0		10,001	0.5	1.0	1.0
4		10	0.5	0.0		10,002	0.5	2.0	2.0
5		10	0.5	0.0		10,002	0.4	2.1	2.1

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido :  $\pm$  20 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	$I(g)$	$\Delta I(g)$	$E_0(g)$	$E_0(g)$	$I(g)$	$\Delta I(g)$	$E_0(g)$	$E_0(g)$	
10	10	0.6	0.0	0.0	10	0.5	0.0	0.0	10
20	20	0.5	0.0	0.0	20	0.5	0.0	0.0	10
100	100	0.5	0.0	0.0	100	0.5	0.0	0.0	10
500	500	0.6	-0.1	-0.1	500	0.5	0.0	0.0	10
1,000	1,000	0.5	0.0	0.0	1,000	0.6	-0.1	-0.1	10
5,000	5,000	0.6	-0.1	-0.1	5,000	0.5	0.0	0.0	10
10,000	10,004	0.5	4.0	4.0	10,004	0.5	4.0	4.0	20
15,000	15,002	0.5	2.0	2.0	15,002	0.5	2.0	2.0	20
20,000	20,004	0.6	3.9	3.9	20,004	0.5	4.0	4.0	20
25,000	25,005	0.6	4.9	4.9	25,005	0.6	4.9	4.9	30
30,000	30,009	0.7	8.8	8.8	30,009	0.7	8.8	8.8	30

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0.02F - 0.4 \times R$$

$$U_{95} = 2 \sqrt{1.702E-04 g^2 + 1.036E-12 \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza     $\Delta I$  : Carga incrementada    E : Error encontrado     $E_0$  : Error en cero     $E_1$  : Error corregido

Número de tipo Científico     $E \cdot 10^n$     (Ejemplo:  $E=05 \cdot 10^0$ )





LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD  
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 270-2021 GLH

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2021-10-28

1. SOLICITANTE : INVERSIONES ASPHALT CUSCO E.I.R.L

DIRECCIÓN : MZA. D LOTE. 1 URB. LOS JARDINES CUSCO –  
WANCHAQ

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MEDIDOR DE HUMEDAD

MARCA : FORNEY

MODELO : LA-3405-19

NÚMERO DE SERIE : 118

ALCANCE DE INDICACIÓN : 20 % HR

DIV. MINIMA DE ESCALA : 0.2 % HR

INDICACIÓN : ANÁLOGICA

PROCEDENCIA : USA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : NO PRESENTA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-10-19

### Misión:

Prestar servicio con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

### Visión:

Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios. Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

### 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Tomado como referencia el manual de ensayo de materiales. "Contenido de humedad en los suelos método del carburo de calcio" MTC E 126 – 2016. La calibración se efectuó con patrones que tienen trazabilidad por INACAL – DM. Agregado al método de comparación indirecta utilizando una muestra de humedad de referencia.

### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE INVERSIONES ASPHALT CUSCO E.I.R.L  
MZA. D LOTE. 1 URB. LOS JARDINES CUSCO – WANCHAQ

Gilmer Antonio Huamán Quiñima  
Responsable del Laboratorio de Metrología



Teléfono:  
(01) 622 – 5814  
Celular:  
992 – 302 – 883 / 962 – 277 – 858

Correo:  
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



#### 5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	19.8 °C	19.8 °C
Humedad Relativa	42 %	42 %

#### 6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los patrones nacionales de Masa del Servicio Nacional de Metrología SNM – INDECOPI en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP)

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL	Juego de Pesas (Exactitud E2)	LM - C - 216 - 2020
G&L LABORATORIO SAC	Balanza de Clase II	0271 - 2021 GLM

#### 7. OBSERVACIONES

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

La calibración se realizó con 20 g de muestra.

El resultado de cada una de las mediciones en el presente documento es de un promedio de dos valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de productos.

G&L LABORATORIO SAC 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 firma y sello.

(\*) Código asignado por G&L LABORATORIO SAC.

#### 8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

HUMEDAD PATRON %	HUMEDAD DE INDICACIÓN DEL INSTRUMENTO %	HUMEDAD ERROR %	HUMEDAD INCERTIDUMBRE %
5.0	6.0	1.0	0.2
10.0	10.8	0.8	0.2
15.0	15.6	0.6	0.2
18.0	18.4	0.4	0.2



#### 9. INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-101-en: 2008 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influyen durante la calibración.

La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.



# Product Certification

## This is to Certify

that the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

PRODUCT ITEM NUMBER: LA-3715

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: ASTM D4018, AASHTO T97

PRODUCT DESCRIPTION: LIQUID LIMIT MACHINE WITH COUNTER

MODELO: LA-3715

SERIE: N1

FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required, was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s) which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machine's regular custodian, owner and/or manufacturer.



**FORNEY**

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING  
1565 Broadway Ave., Harrisburg, PA 17106  
Phone 724-346-7400 Fax 724-346-7408  
email - sales@forneyinc.com

# Product Certification

## This is to Certify

that the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

PRODUCT ITEM NUMBER: LAG-3759

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: ASTM D4318  
AASHTO T99  
BS 1377-2

PRODUCT DESCRIPTION: PLASTIC LIMIT TEST TEST

MODELO: LAG-3759

FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s) which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machine's regular custodian, owner and/or manufacturer.



**FORNEY**

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING  
1503 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148  
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408  
email - sales@forneyonline.com

# CERTIFICATE OF COMPLIANCE

*to specifications of*

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



**Made in USA**

\*\*\*\*\* KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS \*\*\*\*\*

ISSUE DATE: 9/14/2020

**100BS8F934448**

Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.  
Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on obtaining an ISO traceable certificate of analysis.

# CERTIFICATE OF COMPLIANCE

*to specifications of*

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



**Made in USA**

\*\*\*\*\* KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS \*\*\*\*\*

ISSUE DATE: 11/16/2020

**40BS8F934667**

Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.  
Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on obtaining an ISO traceable certificate of analysis.

**CERTIFICATE OF COMPLIANCE**  
to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials  
ANSI – American National Standards Institute  
ISO – International Standards Organization

We certify that this test sieve has been manufactured with sieve cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11 –



ISSUE DATE: 1/8/2020  
**1/4"BS8F909956**

**CERTIFICATE OF COMPLIANCE**  
to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials  
ANSI – American National Standards Institute  
ISO – International Standards Organization

We certify that this test sieve has been manufactured with sieve cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11 – 15



ISSUE DATE: 2/25/2019  
**12BS8F879664**

Activ  
Ir a Ce



# Product Certification

## This is to Certify

that the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

PRODUCT ITEM NUMBER: LA-9512

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: ASTM C138  
AASHTO T84  
BS 512

PRODUCT DESCRIPTION: FINE AGGREGATE SPECIFIC GRAVITY

MODEL: LA-9512

SERIE: S1

FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on this date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s) which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machine's regular operator, owner and/or manufacturer.



**FORNEY**

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING  
1565 Broadway Ave., Harrisburg, PA 17148  
Phone 717-346-7400 Fax: 717-346-7408  
email - [info@forneyonline.com](mailto:info@forneyonline.com)

# Product Certification

## This is to Certify

that the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

PRODUCT ITEM NUMBER: LA-3551

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: Meets the following standards    ASTM D2419  
AASHTO T176  
EN 933-8

PRODUCT DESCRIPTION: SAND EQUIVALENT TEST SET

MODEL: LA-3551

SERIE: N3

FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be assumed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s) which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machine's regular operator, owner and/or manufacturer.



WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING  
1365 Broadway Ave., Harrisburg, PA 17148  
Phone 724-346-7400 Fax 724-346-7408  
email - sales@forneyonline.com

# Product Certification

## This is to Certify

that the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

PRODUCT ITEM NUMBER: L.A-3200

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: ASTM D1556, AASHTO T191, EN 933-8

PRODUCT DESCRIPTION: SAND CONE DENSITY APPARATUS

MODELO: L.A-3200

SERIE: 190

FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Declaration or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or non-standard performance of said instrument(s) which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machine's regular operator, owner and/or manufacturer.



**FORNEY**

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING  
1501 Broadway Ave., Harrisburg, PA 17108  
Phone: 717-346-7400 Fax: 717-346-7408  
email: sales@forneyonline.com

**INFORME TECNICO**  
**JUEGO DE PESAS ABIERTA Y CERRADA**

**MANUFACTURADO POR**  
**PyS EQUIPOS E.I.R.L**

**EQUIPOS DE LABORATORIO**

Abierta y cerrada peso	2.27kg (5 libras) c/u
Diámetro interno	53.98 mm
Diámetro externo	149.23 a 150.81 mm
Serie	110

**El Juego de pesas abierta y cerrada ha sido Fabricado  
examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo  
con las especificaciones de las normas:**

Norma de ensayo: ASTM D- 1883  
NTC- 2122

Fecha: Marzo 10 del 2021

Aprobado:

*A/C*  
Dep. Metrología Amed Castillo

**DPTO. METROLOGIA**  
**PyS EQUIPOS E.I.R.L.**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA**  
Calibration Certificate – Laboratory of Force

**OBJETO DE PRUEBA:**

*Instrument*  
**Rangos**  
*Measurement range*  
**FABRICANTE**  
*Manufacturer*  
**Modelo**  
*Model*  
**Serie**  
*Identification number*  
**Ubicación de la máquina**  
*Location of the machine*  
**Norma de referencia**  
*Norm of used reference*  
**Intervalo calibrado**  
*Calibrated interval*  
**Solicitante**  
*Customer*  
**Dirección**  
*Address*  
**Ciudad**  
*City*

**PATRON(ES) UTILIZADO(S)**

*Measurement standard*  
**Tipo / Modelo**  
*Type / Model*  
**Rangos**  
*Measurement range*  
**Fabricante**  
*Manufacturer*  
**No. serie**  
*Identification number*  
**Certificado de calibración**  
*Calibration certification*  
**Incertidumbre de medida**  
*Uncertainty of measurement*  
**Método de calibración**  
*Method of calibration*  
**Unidades de medida**  
*Units of measurement*

**FECHA DE CALIBRACIÓN**

*Date of calibration*

**FECHA DE EXPEDICIÓN**

*Date of issue*

**NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS**

*Number of page, annexes and documents attached*

**FIRMAS AUTORIZADAS**

*Authorized signatures*

  
**SUPERVISOR**  
  
**Téc. Gilmer A. Hudran Poguima**  
*Responsable Técnico de Metrología*

**MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN**

5 000 kgf  
PYS EQUIPOS EIRL  
TCP 036  
107  
LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE INVERSIONES ASPHALT CUSCO E.I.R.L  
NTC – ISO 7500 – 1 ( 2007 – 07 – 25 )  
Del 10% al 100% del Rango  
INVERSIONES ASPHALT CUSCO E.I.R.L  
MZA. D LOTE. 1 URB. LOS JARDINES CUSCO – WANCHAQ  
CUSCO

T71P / DEF – A  
5000 kgf  
OHAUS / KELI  
B504530209 / AGB8505  
N° CC – 2046 – 2020  
0.062 %  
Comparación Directa  
Sistema Internacional de Unidades ( SI )  
2021 – 10 – 19  
2021 – 10 – 28

Pág. 1 de 3

3





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO 272-2021 GLF

Pág. 2 de 3

Método de Calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE  
Tipo de Instrumento: MÁQUINA MANUAL PARA ENSAYOS CBR CON INDICADOR DIGITAL

DATOS DE LA CALIBRACIÓN

Dirección de la Carga: COMPRESIÓN Resolución: 0.02 kgf

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patrón				
%	kgf	1 (ASC) kgf	2 (ASC) kgf	2 (DESC) No Aplica	3 (ASC) kgf	4 (ASC) No Aplica
10	500.0	517.2	506.6		514.6	
20	1000.0	1028.6	1013.6		1026.0	
30	1500.0	1535.2	1519.8		1534.2	
40	2000.0	2038.6	2022.6		2038.6	
50	2500.0	2540.4	2521.0	No Aplica	2540.0	No Aplica
60	3000.0	3035.6	3016.0		3037.2	
70	3500.0	3527.4	3506.4		3530.0	
80	4000.0	4015.8	3994.0		4018.8	
90	4500.0	4500.4	4476.4		4502.2	
100	5000.0	4980.4	4956.0		4983.6	
Indicación después de Carga:		0.0	0.0		0.0	No Aplica

RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución	Incertidumbre
%	kgf	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)	Relativa a (%)	Relativa U± (%) k=2
10	500.0	-2.50	2.07			0.004	1.248
20	1000.0	-2.22	1.47			0.002	0.910
30	1500.0	-1.94	1.01			0.001	0.658
40	2000.0	-1.64	0.79			0.001	0.534
50	2500.0	-1.33	0.77	No Aplica	No Aplica	0.001	0.515
60	3000.0	-0.98	0.70			0.001	0.460
70	3500.0	-0.60	0.67			0.001	0.435
80	4000.0	-0.24	0.62			0.001	0.402
90	4500.0	0.16	0.57			0.000	0.383
100	5000.0	0.54	0.55			0.000	0.364
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica	

Técnico de Calibración: Gilmer Huamán Poquioma

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: 19.7 °C  
Temperatura Máxima: 19.8 °C

Humedad Mínima: 39.0 %Hr  
Humedad Máxima: 39.0 %Hr



Teléfono: (01) 622 - 5814  
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: laboratorio.gylaboratorio@gmail.com  
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO 272-2021 GLF

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

Errores relativos absolutos máximos hallados					
Exactitud q(%)	Repetibilidad b(%)	Reversibilidad v(%)	Accesorios aees(%)	Cero fe(%)	Resolución a(%) en el 20%
2,22	1,47	No Aplica	No Aplica	0,00	0,002

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE 3 Desde el 20%**

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento de calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables de SI calibrados en las instituciones del LEDE-PUCP tomando como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción / compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza" – Julio 2006.

PATRONES DE REFERENCIA

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga tipo "S", con N° de Serie: B504530209 / AGB8505, con incertidumbre del orden de 0,062 % con CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CC – 2046 – 2020.

OBSERVACIONES.

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
2. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez.
3. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre las 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." (NTC-ISO 7 500-1)
4. "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." (NTC-ISO 7 500-1)
5. Este certificado 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.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este certificado 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.
7. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6.4.2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de medición.
8. Se adjunta al presente certificado la estampilla de calibración No. 272-2021 GLF

FIRMA AUTORIZADA

  
Téc. Gina A. Huamán Poggioma  
Responsable de Metrología



Teléfono:  
(01) 622 – 5814  
Celular:  
992 – 302 – 883 / 962 – 277 – 858

Correo:  
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com  
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**SMF - 004 - 2022**

Página 1 de 3

<b>Expediente</b>	22-0018	<p>Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>SERVICIOS &amp; METROLOGÍA 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.</p> <p>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
<b>1. Solicitante</b>	INVERSIONES ASPHALT CUSCO E.I.R.L.	
<b>2. Dirección</b>	Mza. D Lote 1 Urb. Los Jardines, Wanchaq - Cusco - CUSCO	
<b>3. Equipo</b>	PRESA DE CONCRETO	
<b>Capacidad</b>	1100 kN / 112168 kgf	
<b>Marca</b>	FORNEY	
<b>Modelo</b>	F-1100KN-VFD-220	
<b>Número de Serie</b>	20019	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Procedencia</b>	U.S.A.	
<b>Indicación</b>	DIGITAL	
<b>Marca</b>	FORNEY	
<b>Modelo</b>	NO INDICA	
<b>Número de Serie</b>	NO INDICA	
<b>Resolución</b>	0,1 kgf	
<b>4. Fecha de Calibración</b>	2022-05-05	
<b>5. Fecha de Emisión</b>	2022-05-05	

Sello



Jefe de Laboratorio



Firmado digitalmente por  
ELEAZAR CÉSAR CHAVEZ  
RARAZ  
Fecha: 2022.05.05 12:56:18  
-05'00'



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**SMF - 004 - 2022**

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

**7. Lugar de calibración**

Las instalaciones del cliente.  
Mza. D Lote 1 Urb. Los Jardines, Wanchaq - Cusco - CUSCO

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	18,6 °C	19,5 °C
Humedad Relativa	58 % HR	59 % HR

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-187747 / 2021-195857	Celda de carga calibrado a 150 tn con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-028-22B

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**SMF - 004 - 2022**

Página 3 de 3

**11. Resultados de Medición**

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	10000,0	9980,4	9980,4	9972,4	9971,1
20	20000,0	19965,1	19987,1	19971,1	19974,5
30	30000,0	30014,0	30058,0	30028,0	30033,3
40	40000,0	39942,3	39948,3	39940,3	39943,6
50	50000,0	50001,3	50089,3	50033,3	50041,3
60	60000,0	60107,4	60101,4	60101,4	60103,4
70	70000,0	70218,4	70282,4	70224,4	70235,0
80	80000,0	80185,3	80177,3	80197,3	80179,9
90	90000,0	89886,9	89781,9	89747,9	89738,9
100	100000,0	99539,1	99577,1	99569,1	99561,8
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $q$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $a$ (%)	
10000,0	0,29	0,20	---	0,00	0,52
20000,0	0,13	0,11	---	0,00	0,52
30000,0	-0,11	0,15	---	0,00	0,52
40000,0	0,14	0,02	---	0,00	0,52
50000,0	-0,08	0,18	---	0,00	0,52
60000,0	-0,17	0,01	---	0,00	0,52
70000,0	-0,33	0,06	---	0,00	0,52
80000,0	-0,22	0,04	---	0,00	0,52
90000,0	0,29	0,11	---	0,00	0,52
100000,0	0,44	0,04	---	0,00	0,52

MAXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0,00 %
---	--------

**12. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

## Anexo 8. Boleta por el servicio de ensayos de laboratorios

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO(*)	DESCUENTO(*)	IMPORTE DE VENTA(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	SERVICIO DE COMPRESION DE ADOBE SEGUN MUESTRAS	625.00	0.00	737.50	0.00
1.00	UNIDAD	SERVICIO A FLEXION DE ADOBES SEGUN MUESTRAS	625.00	0.00	737.50	0.00
1.00	UNIDAD	SERVICIO DE ENSAYO A ABSORCION DE ADOBES SEGUN MUESTRAS	300.00	0.00	354.00	0.00
1.00	UNIDAD	SERVICIO DE ENSAYO DE DENSIDAD DE MUCILAGO DE PENCA DE TUNA	125.00	0.00	147.50	0.00
1.00	UNIDAD	SERVICIO DE ENSAYO DE VISCOSIDAD DE MUCILAGO DE PENCA DE TUNA	125.00	0.00	147.50	0.00
Otros Cargos :						S/0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/ 0.00
Importe Total :						S/2,124.00
<b>SON: DOS MIL CIENTO VEINTICUATRO Y 00/100 SOLES</b>						
(*) Sin impuestos.						
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.						
Op. Gravada :						S/ 1,800.00
Op. Exonerada :						S/ 0.00
Op. Inafecta :						S/ 0.00
ISC :						S/ 0.00
IGV :						S/ 324.00
ICBPER :						S/ 0.00
Otros Cargos :						S/ 0.00
Otros Tributos :						S/ 0.00
Monto de Redondeo :						S/ 0.00
Importe Total :						S/ 2,124.00

**INVERSIONES ASPHALT CUSCO**  
**INVERSIONES ASPHALT CUSCO E.I.R.L.**  
 MZA. D LOTE. 1 URB. LOS JARDINES  
 WANCHAQ - CUSCO - CUSCO

**BOLETA DE VENTA ELECTRONICA**  
**RUC: 20607589047**  
**EB01-11**

Fecha de Vencimiento :  
 Fecha de Emisión : **23/08/2022**  
 Señor(es) : **JERONIMO QUINTASI QUISPE**  
 DNI : **42862572**  
 Tipo de Moneda : **SOLES**  
 Observación :



**UNSAAC**

Universidad Nacional de  
San Antonio Abad  
del Cusco

UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

LABORATORIO ANALISIS QUIMICO  
Av. Cultura 733  
RUC: 20172474501  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO  
ABAD DEL CUSCO

Boleta de Venta Electronica  
Serie: B203 Nro: 678  
Fecha: 15/08/2022 User: MERCEDES

DNI: 42862572  
Nombres: QUINTASI QUISPE JERONIM

Forma de Pago: CONTADO

CANT.	DESCRIPCION	P.UNIT	SUBTOTAL
1.00	DETERMINACION DE DENSIDAD, VISCOSIDAD EN SOLUCION DE TUNA.		50.00

SUBTOTAL	: S/	42.37
IGV	: S/	7.63
TOTAL	: S/	50.00

SON: CINCUENTA CON 00/100 SOLES

Autorizado mediante resolución  
4228328928998  
Representación impresa del comprobante de pago  
electrónico, el cual puede ser consultado en <http://www.excelencia.com> o <https://consultase.theforynka.com.pe/>

-- \* sysgenia \* --

